



Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ"

Scientific journal "Academical bulletin ELPIT"

Том №8 Номер 4 (26)

Volume 8, Issue 4 (26)

Издательство "ELPIT"

EDITION "ELPIT"

ISSN 2542-1743

Тольятти, 2023 г.

Togliatti, 2023

0+

Свидетельство о регистрации СМИ Эл № ФС77-67272 от 21.09.2016 г. выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

**Электронное периодическое издание
научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ" ISSN 2542-
1743**

**Electronic periodical edition
scientific journal "Academical bulletin ELPIT"**

Том №8 Номер 4 (26)

Volume 8, Issue 4 (26)

Редакция

Главный редактор - А.В. Васильев, д.т.н., профессор;
Ответственный редактор, веб-редактор - А.И. Ганин;
Корректор - В.А. Васильева;
Начальник отдела подписки и рекламы Л.А. Васильева

Редакционная коллегия

Р.Р. Даминов, доктор технических наук., профессор (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа)

Н.И. Иванов, доктор технических наук, профессор (Балтийский государственный технический университет «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург)

Я.И. Иевиньш, доктор наук, профессор (Рижский технический университет, Латвийская Республика, г. Рига)

С. Луцци, доктор наук, профессор (Флорентийский университет, Италия, г. Флоренция)

Г.С. Розенберг, чл.-корр. РАН, доктор биологических наук, профессор (Институт экологии Волжского бассейна РАН, г. Тольятти)

А.И. Семячков, доктор геолого-минералогических наук, профессор (Институт экономики Уральского отделения РАН, г. Екатеринбург)

С. Сибильо, доктор наук, профессор (Университет провинции Кампанья «Луиджи Ванвители», Италия, г. Неаполь)

Е.И. Тихомирова, доктор биологических наук, профессор (Саратовский государственный технический университет им. Гагарина Ю.А., г. Саратов)

Ю.В. Трофименко, доктор технических наук, профессор (Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет, г. Москва)

О.В. Тупицына, доктор технических наук, доцент (Самарский государственный технический университет, г. Самара)

И.Г. Шайхиев, доктор технических наук, профессор (Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань)

Г.Н. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара)

Н.Г. Яговкин, доктор технических наук, профессор (Самарский государственный технический университет, г. Самара)

СОДЕРЖАНИЕ

С. 5

ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

FORECAST OF CHIEF EDITOR

С. 6-18

А.В. ВАСИЛЬЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В
АТМОСФЕРУ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО
УЗЛА г. ТОЛЬЯТТИ

A.V. Vasilyev

RESEARCH OF EMISSIONS OF CHEMICAL ENTERPRISES TO THE
ATMOSPHERE ON THE TERRITORY OF NORTH INDUSTRIAL UNIT OF
TOGLIATTI CITY

С.19-26

Г.Н. РОДИОНОВА, А.Ф. ПАВЛОВ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ РЕКИ ПАДОВАЯ

G.N. RODIONOVA, A.F. PAVLOV

ECOLOGICAL ESTIMATION OF DEGREE OF POLLUTION OF
PADOVAYA RIVER BY ORGANOCHLORINE PESTICIDES

С. 27-32

К.М. САХАБУТДИНОВА, Э.Р. БАРИЕВА, Е.В. СЕРАЗЕЕВА

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД
НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

K.M. SANABUTDINOVA, E.R. BARIEVA, E.V. SERAZEEVA

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT
AT A FOOD ENTERPRISE

С. 33-39

Л.А. ХАБИБУЛЛИНА, Э.Р. БАРИЕВА, Е.В. СЕРАЗЕЕВА
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО
ПРЕДПРИЯТИЯ

L.A. KHABIBULLINA, E.R. BARIEVA, E.V. SERAZEEVA
IMPROVING THE EFFICIENCY OF CLEANING INDUSTRIAL
EMISSIONS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

С. 40-50

И.Г. ШАЙХИЕВ, С.В. СВЕРГУЗОВА, Ж.А. САПРОНОВА, Р.Р.
ГАФАРОВ
ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД УБОЙНОГО ЦЕХА ПТИЦЕФАБРИКИ
КОАГУЛИРУЮЩЕЙ СУСПЕНЗИЕЙ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ
ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

I.G. SHAIHIEV, S.V. SVERGUZOVA, ZH.A. SAPRONOVA, R.R.
GAFAROV
WASTEWATER TREATMENT OF POULTRY SLAUGHTERHOUSE
BY USING OF COAGULATING SUSPENSION ON THE BASIS OF DUST
OF ELECTRIC ARC STEELMAKING FURNACES

ПРЕДИСЛОВИЕ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА

В очередном выпуске научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ», представлены научные статьи авторов из гг. Самары, Казани, Белгорода, посвященные различным актуальным проблемам экологии и безопасности жизнедеятельности.

Статья автора из Самарского государственного технического университет посвящена исследованию выбросов в воздушную среду, создаваемых в процессе производственной деятельности химических предприятий, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти.

В статье авторов из Самарского государственного социально-педагогический университета и Самарского государственного медицинский университета приведены результаты многолетних исследований, направленных на изучение степени загрязнения хлорорганическими соединениями реки Падовая.

В статьях авторов из Казанского государственного энергетического университета рассматриваются основные этапы очистки сточных вод на пищевом предприятии, описаны характеристика пылегазоочистного оборудования и оценка его эффективности на машиностроительном предприятии.

Статья авторов из Казанского национального исследовательского технологического университета и Белгородского государственного технологический университет им. В.Г. Шухова, посвящена проблеме очистки сточных вод убойных цехов птицефабрик.

Среди авторов данного выпуска научного журнала «Академический вестник ЭЛПИТ» - как известные ученые, так и молодые ученые, студенты бакалавриата, магистранты, аспиранты.

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Учредителем и издателем журнала является Общество с ограниченной ответственностью «Институт химии и инженерной экологии».

А.В. Васильев, главный редактор журнала, д.т.н., профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, заслуженный эколог Самарской области

УДК 661.92

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ В АТМОСФЕРУ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО УЗЛА г. ТОЛЬЯТТИ

А.В. Васильев

Самарский государственный технический университет, г. Самара,
Россия

АННОТАЦИЯ

Основной целью данной работы является исследование выбросов в воздушную среду, создаваемых в процессе производственной деятельности химических предприятий, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти. Проведен анализ особенностей негативного воздействия выбросов в атмосферу на здоровье населения и окружающую среду. Описаны результаты измерений параметров атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий на территории Северного промышленного узла г. Тольятти. Анализ результатов измерений показывает, что все измеренные значения параметров атмосферного воздуха во всех точках измерений соответствуют гигиеническим требованиям. Вместе с тем, необходимо продолжить мониторинговые исследования параметров атмосферного воздуха при работе химических предприятий, а также изучать статистику заболеваний населения, работающего и проживающего вблизи территории Северного промышленного узла.

Ключевые слова: выбросы, атмосфера, загрязняющие вещества, воздействие, оценка, анализ

RESEARCH OF EMISSIONS OF CHEMICAL ENTERPRISES TO THE ATMOSPHERE ON THE TERRITORY OF NORTH INDUSTRIAL UNIT OF TOGLIATTI CITY

A.V. Vasilyev

Samara State Technical University, Samara, Russian Federation

ABSTRACT

The main purpose of this work is e research of emissions to the atmosphere air during the processes of industrial activity of chemical enterprises situated on the territory of north industrial unit of Togliatti city. Analysis of

peculiarities of negative impact of air emissions to the population and to environment have been carried out. Results of measurements of parameters of atmosphere air at the border of the sanitary protective zone of the territory of north industrial unit of Togliatti city have been described. Analysis of measurements results is showing that all measured values of parameters of atmosphere air in all points of measurements are fitting to the sanitary norms requirements. However, it is necessary to continue monitoring researches of parameters of atmosphere air during the operation of chemical enterprises and also to study the statistics of illnesses of population working and living near to the territory of north industrial unit.

Key words: gas emissions, atmosphere, pollutants, impact, estimation, analysis

Работа промышленных предприятий сопровождается воздействием ряда вредных факторов, негативно воздействующих на человека и окружающую среду. К таким факторам относятся выбросы в окружающую среду [1-8, 13]. Поэтому при производственной деятельности предприятий необходимо исследование состояния вышеуказанных факторов с целью выявления соответствия гигиеническим нормам и предотвращения нанесения ущерба здоровью человека и биосфере.

К источникам воздействия на атмосферный воздух относят точечные, линейные или площадные объекты выброса взвешенных и химических загрязняющих веществ, тепла. По функциональному назначению источники воздействия связаны с деятельностью различных производств проектируемого предприятия, в отдельных случаях - различных объектов инфраструктуры селитебных территорий.

При оценке воздействия выбросов вредных веществ следует учитывать:

- характеристики источников выброса (размеры, высота, расположение на местности);
- перечень вредных веществ, выбрасываемых в атмосферу, класс их опасности, нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК);
- перечень комбинаций вредных веществ с суммирующим вредным воздействием, класс их опасности;
- количество загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу проектируемым объектом, интенсивность и параметры выбросов;
- приземные концентрации загрязняющих веществ на территории объекта, в границах санитарно-защитной зоны (СЗЗ) и на прилегающей селитебной территории и др.

Для оценки воздействия выбросов принято сравнивать их фактические концентрации с предельно допустимыми (максимально разовыми, среднесуточными и среднегодовыми). Современные

представления о допустимых уровнях загрязнения атмосферного воздуха, воды или ландшафта основаны на сведениях о негативном воздействии вредных веществ на здоровье людей и животных, на растительность и материальные ценности.

Токсичные компоненты вредных выбросов непосредственно воздействуют на население, животных, растительность, которые находятся в непосредственной близости от источников выбросов. На основании многочисленных эпидемиологических и токсикологических исследований [9-12] установлено, что воздействие каждого из вредных компонентов ведет к определенным негативным последствиям.

По характеру действия загрязняющих веществ на окружающую среду и человека можно выделить хроническое неспецифическое влияние загрязнения, а также специфическое действие, когда загрязнитель играет роль этиологического фактора. Рассмотрим это влияние на примере некоторых типичных загрязнений атмосферы.

Оксид углерода CO (время жизни в атмосфере 2...42 мес.) воздействует на нервную систему, вызывает обмороки, так как вступает в реакцию с гемоглобином крови, замещая кислород. В зависимости от концентрации CO в воздухе и времени воздействия степень поражения организма может существенно различаться.

Воздействие CO на центральную нервную систему проявляется в изменении цветовой чувствительности глаз – возрастает вероятность аварий. Максимально-разовая ПДК этого вещества в населенных пунктах составляет 3мг/м^3 , в США – 10мг/м^3 за 8 ч воздействия.

Оксид азота NO является неустойчивым компонентом, который в течение от 0,5...3 до 100 ч (зависит от концентрации в воздухе) окисляется до NO₂. Токсичность NO₂ в семь раз выше токсичности NO.

Двуокись азота NO₂ на организм человека действует как острый раздражитель при концентрации 15мг/м^3 и может вызвать отек легких при концентрации $200...300\text{мг/м}^3$. Реагируя с атмосферной влагой, оксиды азота образуют азотную кислоту, вызывающую коррозию металлов, уничтожение растительности и т.д.

Газообразные низкомолекулярные углеводороды оказывают наркотическое действие на организм человека. Токсичность их возрастает при наличии в воздухе других загрязнений, которые в совокупности под действием солнечной радиации образуют фотохимические оксиданты смога. Максимально-разовая ПДК составляет 5мг/м^3 .

Полициклические ароматические углеводороды, содержащиеся в выбросах двигателей, являются канцерогенными, из которых наибольшей активностью обладает бенз-а-пирен (C₂₀H₁₂), содержащийся в отработавших газах дизелей. ПДК составляет $0,1\text{мкг/100м}^3$ воздуха.

Оксиды серы при малых концентрациях (0,001%) вызывают раздражение дыхательных путей, при концентрации 0,01% происходит

отравление людей за несколько минут. Наличие в атмосфере сернистых газов препятствует фотосинтезу растений, неблагоприятно воздействует на дыхательные пути человека. При концентрации SO_2 в воздухе более $0,9 \text{ мг/м}^3$ происходит изменение процессов фотосинтеза растений; через 5...10 дней хвоя сосны, ели начинает рыжеть и преждевременно опадает. Установлено, что смесь SO_2 и CO при длительном воздействии вызывает нарушение генетической функции организма. ПДК в рабочей зоне составляет 10 мг/м^3 .

Соединения свинца приводят к возникновению головной боли, утомлению, нарушению сна, ферментативной активности белков живых организмов. ПДК среднесуточная составляет $0,0003 \text{ мг/м}^3$. Свинец накапливается в организме и может вызвать тяжелые расстройства нервной и кровеносной системы.

Воздействие дифенила приводит к образованию токсичных загрязнителей – диоксинов. Опасность дифенилов для здоровья человека заключается, прежде всего, в том, что они являются мощными факторами подавления иммунитета. Кроме того, поступление дифенилов в организм провоцирует развитие рака, поражений печени, почек, нервной системы, кожи (нейродермиты, экземы, сыпи).

Трихлорэтилен – токсичное вещество. При его воздействии может наступить резкое угнетение дыхания с нарушениями сердечного ритма.

Циклогексанон – токсичное вещество, его воздействие вызывает значительное раздражение слизистых оболочек глаз, носа и горла человека, головную боль, головокружение, нарушение координации движений.

Вышеуказанные и другие химические вещества могут образовываться при работе химических предприятий и оказывать значительное негативное воздействие на человека и окружающую среду. Поэтому необходимо проводить исследования параметров атмосферного воздуха на производственных площадках и на границах санитарно-защитной зоны химических предприятий.

На территории Северного промышленного узла г. Тольятти расположены крупные химические предприятия (ООО «Тольяттикаучук», ПАО «КуйбышевАзот», ООО "Линде Азот Тольятти" и др.), работа которых сопровождается выбросом вредных химических веществ в атмосферный воздух.

Основной целью данной работы является исследование выбросов в воздушную среду, создаваемых в процессе производственной деятельности химических предприятий, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти.

Для исследования параметров воздушной среды целесообразно использовать газоанализатор универсальный ГАНК-4. В соответствии с руководством по эксплуатации КПКУ 413322 002 РЭ газоанализатор

предназначен для автоматического контроля концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе, в воздухе рабочей зоны, в промышленных выбросах, а также в технологических процессах в целях охраны окружающей среды, обеспечения безопасности труда и оптимизации технологических процессов.

Принцип действия газоанализатора комбинированный, основанный на следующих методах измерений:

А) со встроенными датчиками:

- электрохимический (СО, О₂, Н₂ и др.);
- термокаталитический (СН₄, гексан и др.);
- полупроводниковый (стирол, бензол и др.);

б) со сменной химической кассетой:

- оптронноспектрометрический;

в) с дожигателем и химической кассетой:

- конверсионный оптронноспектрометрический (4-х хлористый углерод и др.).

Работа газоанализатора осуществляется в автоматическом режиме. Насос подает через входной штуцер газоанализатора анализируемый воздух на датчик или ленту химической кассеты.

Используемый для проведения измерений газоанализатор универсальный ГАНК-4 изготовлен и принят в соответствии с обязательными требованиями государственных стандартов, действующей технической документацией, и признан годным для эксплуатации.

Измерения состояния атмосферного воздуха (фактические концентрации (1 раз в сутки 13⁰⁰) на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти проведены в четырех контрольных точках (ТК-1 (восточное направление ветра), ТК-2 (юго-восточное направление ветра), ТК-3 (северо-западное направление ветра), ТК-4 (восточное направление ветра).

На рис. 1-3 приведен ситуационный план обследуемого участка территории Северного промышленного узла г. Тольятти с указанием точек измерений на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий.



Рисунок 1 - Ситуационный план обследуемого участка территории Северного промышленного узла г. Тольятти на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий (точки 1 и 4)



Рисунок 2 - Ситуационный план обследуемого участка территории Северного промышленного узла г. Тольятти на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий (точка 2)

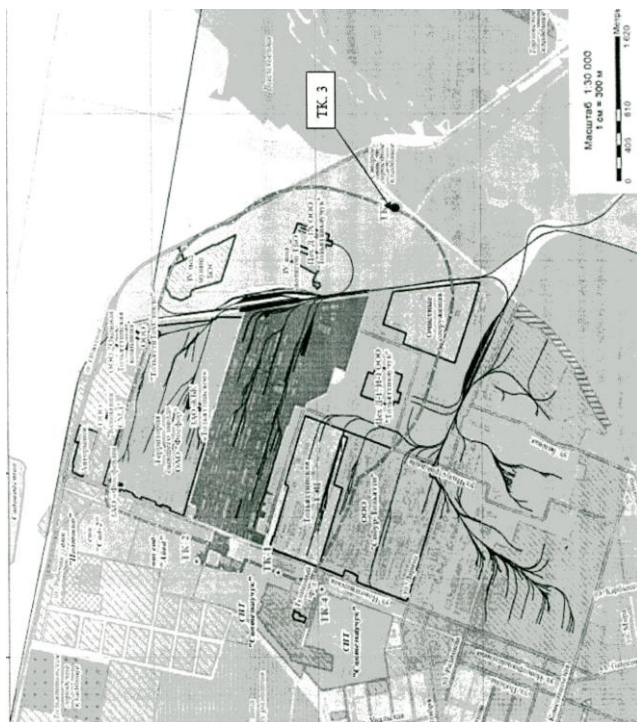


Рисунок 3 - Ситуационный план обследуемого участка территории Северного промышленного узла г. Тольятти на границе санитарно-защитной зоны химических предприятий (точка 3)

В таблицах 1-3 приведены результаты замеров параметров атмосферного воздуха в точках 1-3. Измерялись максимально разовая и среднесуточная концентрации следующих параметров: азота диоксид, азота оксид, серы диоксид, углерода оксид, бензин, керосин.

Также с привлечением Общества с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр «Экоаналитика», аккредитованного в Федеральной службе по аккредитации (Росаккредитации), были проведены измерения и исследования состояния атмосферного воздуха по параметрам «Дифенил (динил)», «Трихлорэтилен» и «Циклогексанон» на границе санитарно-защитной зоны. Для измерений использовались поверенные приборы хроматограф портативный переносной «ФГХ-1» и газоанализатор ГАНК-4.

Анализ результатов измерений показывает, что все измеренные значения параметров атмосферного воздуха во всех точках измерений соответствуют гигиеническим требованиям. Максимальные значения концентраций наблюдались для оксида углерода, однако они были ниже установленных санитарно-гигиенических требований.

Таблица 1 - Результаты замеров параметров атмосферного воздуха в точке 1

№ п/п	Время замера	Определяемое вещество	Максимальная разовая обнаруженная концентрация, мг/м ³	Среднесуточная обнаруженная концентрация, мг/м ³
1	7.00-7.20	Азота диоксид	Менее 0,024	-
2		Азота оксид	Менее 0,036	-
3		Серы диоксид	Менее 0,030	-
4		Углерода оксид	Менее 1,8	-
5		Бензин	Менее 0,9	-
6		Керосин	Менее 0,6	-
7	12.00-12.20	Азота диоксид	Менее 0,024	-
8		Азота оксид	Менее 0,036	-
9		Серы диоксид	Менее 0,030	-
10		Углерода оксид	Менее 1,8	-
11		Бензин	Менее 0,9	-
12		Керосин	Менее 0,6	-
13	17.00-17.20	Азота диоксид	Менее 0,024	-
14		Азота оксид	Менее 0,036	-
15		Серы диоксид	Менее 0,030	-
16		Углерода оксид	Менее 1,8	-
17		Бензин	Менее 0,9	-
18		Керосин	Менее 0,6	-
19	21.00-21.20	Азота диоксид	Менее 0,024	Менее 0,024
20		Азота оксид	Менее 0,036	Менее 0,036
21		Серы диоксид	Менее 0,030	Менее 0,030
22		Углерода оксид	Менее 1,8	Менее 1,8
23		Бензин	Менее 0,9	Менее 0,9
24		Керосин	Менее 0,6	-

Таблица 2 - Результаты замеров параметров атмосферного воздуха в точке 2

№ п/п	Время замера	Определяемое вещество	Максимальная разовая обнаруженная концентрация, мг/м ³	Среднесуточная обнаруженная концентрация, мг/м ³
1	7.40-8.00	Азота диоксид	Менее 0,024	-
2		Азота оксид	Менее 0,036	-
3		Серы диоксид	Менее 0,030	-
4		Углерода оксид	Менее 1,8	-
5		Бензин	Менее 0,9	-
6		Керосин	Менее 0,6	-
7	12.40-13.00	Азота диоксид	Менее 0,024	-
8		Азота оксид	Менее 0,036	-
9		Серы диоксид	Менее 0,030	-
10		Углерода оксид	Менее 1,8	-
11		Бензин	Менее 0,9	-
12		Керосин	Менее 0,6	-
13	17.40-18.00	Азота диоксид	Менее 0,024	-
14		Азота оксид	Менее 0,036	-
15		Серы диоксид	Менее 0,030	-
16		Углерода оксид	Менее 1,8	-
17		Бензин	Менее 0,9	-
18		Керосин	Менее 0,6	-
19	21.40-22.00	Азота диоксид	Менее 0,024	Менее 0,024
20		Азота оксид	Менее 0,036	Менее 0,036
21		Серы диоксид	Менее 0,030	Менее 0,030
22		Углерода оксид	Менее 1,8	Менее 1,8
23		Бензин	Менее 0,9	Менее 0,9
24		Керосин	Менее 0,6	-

Таблица 3 - Результаты замеров параметров атмосферного воздуха в точке 3

№ п/п	Время замера	Определяемое вещество	Максимальная разовая обнаруженная концентрация, мг/м ³	Среднесуточная обнаруженная концентрация, мг/м ³
1	8.10-8.30	Азота диоксид	Менее 0,024	-
2		Азота оксид	Менее 0,036	-
3		Серы диоксид	Менее 0,030	-
4		Углерода оксид	Менее 1,8	-
5		Бензин	Менее 0,9	-
6		Керосин	Менее 0,6	-
7	13.10-13.30	Азота диоксид	Менее 0,024	-
8		Азота оксид	Менее 0,036	-
9		Серы диоксид	Менее 0,030	-
10		Углерода оксид	Менее 1,8	-
11		Бензин	Менее 0,9	-
12		Керосин	Менее 0,6	-
13	18.10-18.30	Азота диоксид	Менее 0,024	-
14		Азота оксид	Менее 0,036	-
15		Серы диоксид	Менее 0,030	-
16		Углерода оксид	Менее 1,8	-
17		Бензин	Менее 0,9	-
18		Керосин	Менее 0,6	-
19	22.10-22.30	Азота диоксид	Менее 0,024	Менее 0,024
20		Азота оксид	Менее 0,036	Менее 0,036
21		Серы диоксид	Менее 0,030	Менее 0,030
22		Углерода оксид	Менее 1,8	Менее 1,8
23		Бензин	Менее 0,9	Менее 0,9
24		Керосин	Менее 0,6	-

Также систематические наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха и оценка качества атмосферы на территории городского округа Тольятти осуществляются комплексной лабораторией мониторинга Тольяттинской специализированной

гидрометеорологической обсерватории ФГБУ «Приволжское УГМС». Наблюдения проводятся на стационарных постах. В случаях чрезвычайных и аварийных ситуаций, связанных с повышением уровня загрязнения атмосферного воздуха, организуются маршрутные выезды в любое время дня и ночи для проведения дополнительных исследований качества атмосферного воздуха в районах города, в том числе с привлечением передвижной экологической лаборатории. Полученная информация о качестве атмосферного воздуха через СМИ доводится до населения городского округа Тольятти и в случаях превышения установленных норм - до предприятий города и соответствующих исполнительных органов власти для принятия мер реагирования. Кроме этого, работы по оценке и мониторингу объектов окружающей среды в пределах компетенции осуществляются Территориальным отделом Управления Роспотребнадзора по Самарской области по г. Тольятти с привлечением ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Самарской области в городе Тольятти», информация по итогам проведения контрольных мероприятий в обязательном порядке систематически направляется в виде докладов в администрацию городского округа Тольятти. Направляемая документация содержит информацию о загрязнении атмосферного воздуха. Случаев высокого (превышение ПДК в 10 раз) и экстремально высокого (превышение ПДК в 50 раз) загрязнения атмосферного воздуха вредными примесями не зафиксировано.

Ведущими химическими предприятиями, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти, систематически проводится производственный экологический контроль за соблюдением нормативов в области охраны атмосферного воздуха, в том числе в периоды неблагоприятных метеоусловий (предприятия оснащены собственными промышленно-санитарными лабораториями). Выбросы загрязняющих веществ в атмосферу снижены за счет проведения мероприятий по охране атмосферного воздуха, внедрения системы экологического менеджмента и её сертификации в соответствии с требованиями международного стандарта ИСО 14000, подтверждаемой ежегодно предприятиями.

Вместе с тем, следует отметить, что органические вещества, находящиеся в составе газовойоздушных выбросов, опасны и при недостаточной степени очистки выбросов у людей, работающих на предприятиях и живущих в городе вблизи химическими предприятиями, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти, могут возникать онкологические заболевания, заболеваний ЦНС, дыхательной системы, сердечно-сосудистой и другие хронические заболевания. Поэтому необходимо продолжить дальнейшие мониторинговые исследования параметров атмосферного воздуха при работе химических предприятий, расположенных на территории

Северного промышленного узла г. Тольятти, а также изучать статистику заболеваний населения, работающего и проживающего вблизи вышеуказанных зон.

Научно-техническая ценность полученных результатов заключается в установлении соответствия гигиеническим нормативам и степени экологического воздействия на окружающую среду; а практическая ценность - в получении значений параметров атмосферного воздуха, создаваемых в процессе деятельности химических предприятий, расположенных на территории Северного промышленного узла г. Тольятти.

Работа выполнена при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема №FSSE-2023-0003) в рамках государственного задания Самарского государственного технического университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асфандиярова Л.Р., Панченко А.А., Юнусова Г.В., Ямлиханова Е.А. Экологический анализ содержания загрязняющих веществ в воздушном бассейне промышленного города (на примере оксидов азота в г. Стерлитамак Республики Башкортостан) // Вестник Тюменского государственного университета. Экология. 2013. № 12. С.182-188.
2. Ашихмина Т.Я., Сюткин В.М. Комплексный экологический мониторинг регионов. Киров: Изд-во ВятГГУ, 1997. 286 с.
3. Бикбулатов И.Х., Асфандиярова Л.Р., Панченко А.А., Юнусова Г.В., Ямлиханова Е.А. Определение перечня загрязняющих веществ для постоянного контроля их содержания в атмосферном воздухе г. Стерлитамак. Башкирский химический журнал. 2013. Том 20. №4. – с. 79-82.
4. Васильев А.В. Анализ и оценка загрязнения биосферы при воздействии нефтесодержащих отходов: Монография – Самара: Издательство СамНЦ РАН, 2022. – 106 с., обл.
5. Васильев А.В. Анализ источников загрязнения биосферы нефтепродуктами и особенности оценки их экологического воздействия. Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2022 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 7, №2(20), с.15-20.
6. Васильев А.В. Повышение безопасности жизнедеятельности информационно-программными методами. Автотракторное электрооборудование. 2004. № 11. С. 34-37.
7. Васильев А.В., Нустрова Е.А. Перспективы и проблемы создания химических парков: пути снижения негативного экологического

воздействия (на примере ЗАО "Тольяттисинтез"). Экология и промышленность России. 2013. № 7. С.42-45.

8. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-6. с. 1717-1720.

9. Дунаев В.Н., Боев В.М., Фролова Е.Г., Шагеев Р.М., Колосков С.В. Структура риска здоровью при воздействии комплекса химических факторов окружающей среды // Гигиена и санитария. – 2008. - № 6. – С. 67-71.

10. Унгурияну Т.Н. Загрязнение атмосферного воздуха и болезни органов дыхания у населения Новодвинска // Гигиена и санитария. -2008. - № 5. – С. 28-30.

11. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Nyukhtina L.V. Environmental Control Of Toxicity Of Urban Territories Using Biological Monitoring Methods. Proc. of the international scientific conference (X International forum) Less More Architecture. Design. Landscape "Le vie dei Mercanti", 30 May – 4 June 2012, Aversa-Capri, Italy, pp. 1245-1252.

12. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation "Le vie dei Mercanti" Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Сер. "Fabbrica della Conoscenza series" Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. pp. 1524-1528.

13. Vasilyev A. Method and approaches to the estimation of ecological risks of urban territories. Safety of Technogenic Environment. 2014. № 6. С. 43-46.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ

Васильев Андрей Витальевич, доктор технических наук, профессор, директор Поволжского ресурсного центра инженерной экологии и химической технологии, Самарский государственный технический университет, 443100, г.Самара, ул. Молодогвардейская, д. 244.

Email: avassil62@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Vasilyev Andrey Vitalievich, Doctor of Technical Sciences, professor, Head of Povolzhsky Resources Center of Engineering Ecology and Chemical Technology, Samara State Technical University, 443100, Samara, Molodogvardeyskaya str. 244, Russian Federation

Email: avassil62@mail.ru

УДК 632.95:627.1

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ РЕКИ ПАДОВАЯ

Г.Н. Родионова¹, А.Ф. Павлов²

¹Самарский государственный социально-педагогический
университет, г. Самара, Россия

²Самарский государственный медицинский университет, г. Самара,
Россия

АННОТАЦИЯ

В настоящей статье приводятся результаты пятилетнего исследования, направленного на изучение степени загрязнения хлорорганическими соединениями реки Падовая. Сделан вывод, что современное загрязнение речных вод стойкими хлорорганическими пестицидами связано с их поступлением из точечных источников - шламонакопителей, складов с данными препаратами и их могильников, находящихся в неудовлетворительном состоянии. Приводятся меры профилактики, направленные на снижение степени загрязнения хлорорганическими соединениями рек Самарской области.

Ключевые слова: загрязнения, реки, хлорорганические пестициды, шламонакопители меры профилактики

ECOLOGICAL ESTIMATION OF DEGREE OF POLLUTION OF PADOVAYA RIVER BY ORGANOCHLORINE PESTICIDES

G.N. Rodionova¹, A.F. Pavlov²

¹Samara State Social and Pedagogical University, Samara, Russian
Federation

²Samara State Medical University, Samara, Russian Federation

ABSTRACT

In this paper results of five-year research of degree of pollution of Padovaya river by organochlorine compounds have been presented. It was concluded that modern pollution of river waters by resistant organochlorine pesticides is related with their penetration from point sources - sludge accumulators, storage facilities of these substances and their burial grounds being in an unsatisfactory conditions. Preventive measures aimed at reducing of

degree of pollution of rivers of Samara region by organochlorine compounds are discussed.

Key words: pollutions, river, organochlorine pesticides, sludge accumulators, preventive measures

Современные проблемы состояния окружающей среды являются результатом антропогенного воздействия по ее объектам. Одной из важных экологических проблем является загрязнение водоемов различными ксенобиотиками, в частности хлорорганическими соединениями (Вендров и др. 1981).

Хлорорганические пестициды (ХОП) – большая группа химических веществ, представленная галогенпроизводными алициклических и ароматических соединений. ХОП являются веществами антропогенного происхождения, т.е. не образуются в природе и попадают в окружающую среду в результате хозяйственной деятельности человека. Благодаря ярко выраженным инсектицидным свойствам, на протяжении 1940-1960 гг. дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ) и гексахлорциклогексан (ГХЦГ) являлись наиболее распространенными и широко используемыми препаратами[1].

ХОП представляют собой твердые кристаллические вещества, которые обладают высокой термостабильностью, низким давлением насыщенного пара, плохой растворимостью в воде, но хорошей растворимостью в жирах и липидах. По своим химическим свойствам ХОП в обычных условиях очень инертны и практически не разлагаются под действием концентрированных кислот, щелочей и воды [2].

На территории Самарской области размещено немалое количество сельскохозяйственных и промышленных предприятий. Большинство из них, ещё не так давно, осуществляло несанкционированное захоронение хлорорганических соединений. В результате остаточные количества токсических веществ, вовлечённые в биогеохимические циклы, продолжают мигрировать в поверхностные водные объекты. Хлорорганические пестициды (ХОП), обладающие высокой миграционной способностью, крайне устойчивы, способны накапливаться в живых организмах и обладают выраженным токсическим действием[3]. Особенно важно исследование состояния больших и малых рек Самарского региона, где темпы изменения экологического состояния этих объектов ввиду интенсивного антропогенного воздействия в последние полвека превышают скорость накопления знаний об этих процессах [4]. Регулярный мониторинг и публикация результатов о содержании пестицидов позволят контролировать и прогнозировать характер перемещения, трансформации и разложения данных компонентов в природной среде. Можно с точностью сказать, что в ближайшее столетие

остаточные количества данных соединений будут проявляться в водной среде, представляя угрозу для живых организмов, особенно для конечных участников пищевой цепи, включая человека. В связи с вышесказанным, считаем, что мониторинг поверхностных вод на предмет загрязнённости хлорорганическими пестицидами продолжает быть актуальным, поскольку данные соединения крайне устойчивы в окружающей среде.

В связи с очевидной актуальностью целью настоящего исследования является проведение экологической оценки степени загрязнённости хлорорганическими пестицидами реки Падовая путем фонового мониторинга.

Для достижения поставленной цели были предложены следующие задачи:

- изучить изменения сезонной концентрации хлорорганических пестицидов в створах наблюдений;
- провести анализ степени загрязнённости хлорорганическими пестицидами на основе данных о их концентрациях, растворенных в водах реки Падовая.

Река Падовая (Падовка) берёт начало у села Чапаево Красноярского района Самарской области, на водоразделе рек Сок и Большой Кинель и впадает справа в озеро без названия, на 24 км от устья р. Самара, теряясь в её пойме. Падовка протекает по территории Красноярского, Кинельского и Волжского районов Самарской области. Длина реки 53 км, площадь водосбора 422 км², средний уклон русла 3,3‰, средний уклон водосбора 26,3. Водосбор Падовки представляет волнистую равнину, сильно изрезанную балками и оврагами, сложенную суглинками. Русло реки слегка извилистое, шириной 4 – 10 м, глубиной 0,2 – 0,8 м, средняя скорость в межень составляет 0,2 м/с, в половодье – до 1,3 м/с. Дно ровное, преимущественно суглинистое, в низовье сильно заиленное. Берега Падовки обрывистые, высотой 2 – 3 м, местами до 5 – 6 м, заросшие лиственными деревьями и кустарником. В бассейне данной реки имеется ряд плотин, которые оказывают влияние на режим реки, аккумулируя часть весеннего стока. Падовка имеет сток в течение всего года. Питание – в основном за счёт осадков зимнего периода и выхода грунтовых вод [5].

Река Падовая относится к наиболее загрязненным рекам Самарской области; вода реки изменялась от «грязной» в 2015 году до «экстремально грязной» в 2020 году, когда критический уровень загрязнённости воды был достигнут содержанием аммонийного и нитритного азота, соединений марганца, сульфатов. В течение 2020 года было зарегистрировано 5 случаев ВЗ воды, из них 4 – аммонийным азотом (до 13-45 ПДК) и 1 случай нитритным азотом (11 ПДК); фиксировали в мае-июне случаи дефицита растворенного в воде кислорода (2,16-2,74 мг/л), в октябре –

острого дефицита, когда концентрация кислорода снижалась до 1,51 мг/л. [6].

Пробы воды реки Падовая отбирались в соответствии с обязательной программой, семь раз в год в основные фазы водного режима (зимняя межень; подъем половодья; пик половодья; спад половодья; летняя межень; летне-осенний паводок; перед ледоставом). Контроль качества воды организован по створу, расположенному 0,3 км выше автодорожного моста, в черте посёлка Стройкерамика.

В 2018 году с февраля по сентябрь концентрации ХОП в пробах не превышали 0,001 – 0,002 мкг/л. Максимальное содержание α -ГХЦГ зафиксировано в октябре, когда концентрация пестицида достигла уровня 3 ПДК (0,032 мкг/л), что можно считать случаем высокого загрязнения воды рыбохозяйственного назначения. Последующий анализ, произведённый в ноябре, показал снижение концентрации α -ГХЦГ до 0,005 мкг/л. Вероятно, это было единичное поступление ХОП в реку с ливневым стоком, что и обусловило столь высокие показатели. В остальных пробах концентрация α -ГХЦГ не превышала усл. ПДК. Концентрация γ -ГХЦГ в пробе за октябрь составила 0,006 мкг/л. 4,4'-ДДТ в пробах, отобранных в 2013 году не обнаружено, содержание его метаболита 4,4'-ДДЭ было незначительно (0,001 – 0,002 мкг/л).

В 2019 году, превышений ПДК зафиксировано не было. В апреле концентрация изомеров ГХЦГ и 4,4'-ДДТ в пробах составила 0,001 – 0,007 мкг/л. Содержание 4,4'-ДДЭ было ниже предела обнаружения.

В 2020 году, концентрация γ -ГХЦГ на уровне 1 ПДК (0,010 мкг/л) отмечена в июне. В пробах также зафиксированы следовые концентрации α -ГХЦГ, 4,4'-ДДЭ и 4,4'-ДДТ, не превышающие 0,001 – 0,003 мкг/л.

По данным за 2021 год, максимальная концентрация α -ГХЦГ на уровне 1 ПДК (0,012 мкг/л) отмечена в мае. Последующие отборы также показали высокое содержание пестицида (0,005 – 0,008 мкг/л). Максимальна концентрация γ -ГХЦГ была отмечена в октябре и составила 0,007 мкг/л. Также в пробе за октябрь зафиксировано превышение концентрации 4,4'-ДДТ (0,010 мкг/л). Две пробы содержали 4,4'-ДДЭ, концентрацией 0,001 – 0,005 мкг/л.

Поступление пестицидов в водные объекты происходило в определенные гидрологические фазы. В половодье (период максимального наполнения) происходило вымывание ОК пестицидов талыми водами с сельхозугодий. Во время летних и осенних дождей, в результате паводковой эрозии, загрязняющие почву токсиканты, поступали в водные бассейны с коллоидными частицами почвы. Здесь прослеживается следующая закономерность: в результате поступления остаточных количеств ХОП водные объекты с паводковыми водами и ливневым стоком в пробах фиксируются высокие концентрации пестицидов. Затем токсиканты осаждаются на дно в водоёмах и

водотоков, и депонируется в придонных илах. На фоне общего увеличения уровня воды, вследствие наполнения водного объекта паводковыми водами, общая концентрация загрязняющих веществ в поверхностных солях снижается и при анализе проб не показывает повышение концентрации. Миграции пестицидов также способствовал атмосферный перенос (дождевые и снеговые зимние осадки). В большинстве проб зафиксировано превышение содержания ХОП в период зимней межени. При изучении гидрологических особенностей рек Самарской области мы установили, что большинство из них имеет преимущественно снеговое питание. Вероятно, остаточные количества пестицидов поступают в зимний период со снеговыми осадками. На фоне снижения уровня воды, в межень фиксируются высокие концентрации токсикантов. Из-за гидрофобности ХОП максимальные остаточные концентрации сосредоточены в донных осадках поверхностных водоёмах и на загрязнённых участках концентрация пестицидов часто превышает ПДК[7]. В ходе конвекции водных масс происходит постепенное вымывание остаточных количеств пестицидов в верхние слои водоемов. Учитывая, что из сопредельных сред в поверхностные воды поступает лишь незначительная часть загрязнителей, в поверхностных слоях водоёма, концентрация токсикантов находится на уровне средних значений предела диапазона измерений либо достигает 1 ПДК [8].

В ходе исследования было установлено, что среди компонентов, определяемых сетью ФБУ «Приволжского УГМС» в большинстве проб обнаружены изомеры α - и γ -ГХЦГ, причём чистота обнаружения γ -ГХЦГ превалировало над частотой обнаружения α -ГХЦГ. Данная закономерность указывает на продолжение несанкционированного применения технических препаратов содержащих ГХЦГ (линдан). В результате чего токсическое вещество поступает в водные объекты с атмосферными осадками при глобальном переносе воздушных масс, а также с водозаборов рек из мест захоронения пестицидов или складов пестицидов бывшего НПО «Союзсельхозхимия». Частота обнаружения в пробах ДДТ и его метаболита ДДЭ для ряда рек оказалась значительной (Чапаевка). Несмотря на то, что согласно Стольгомской конвенции, ратифицированной Россией в 2011 году, производство и применение ДДТ запрещено в пробах воды фиксируются на довольно высокие концентрации данного токсиканта. Причиной этого также может стать вынос пестицида в водные объекты, паводками водами и ливневым стоком с мест водозабора [9].

Таким образом, современное загрязнение речных вод стойкими хлорорганическими пестицидами ДДТ и ГХЦГ связано с их поступлением из точечных источников - шламонакопителей, складов с данными препаратами и их могильников, находящихся в неудовлетворительном состоянии, т. е. с нарушенной герметизацией или изоляцией [10]. В связи с

этим, предлагаются профилактические меры по снижению риска загрязнения речных вод хлорорганическими пестицидами:

1) запрещение использования территорий вблизи складов с данными пестицидами и их могильников для посева и выращивания сельскохозяйственных культур, идущих на пищевые цели [11];

2) проведение экспертизы технического состояния шламонакопителей химических предприятий по производству в прошлом ДДТ и ГХЦГ, а также их складов и могильников, а при необходимости их реконструкция (герметизация или изоляция);

3) осуществление обезвреживания ДДТ в шламонакопителях помощью извести или сильных щелочей, приводящего на первой стадии к образованию его метаболита ДДЭ (дихлордифенилдихлорэтилена, $(C_6H_4)2C = CCl_2$), описываемое следующей реакцией [12]:
 $2(C_6H_4)_2CHCl + Ca(OH)_2 \rightarrow 2(C_6H_4)_2C = CCl_2 + CaCl_2 + 2H_2O$;

4) обеспечение ремедиации почв территорий могильников ДДТ и ГХЦГ с помощью микроорганизмов; так, согласно исследованиям [13], штаммы (чистые культуры) *Pseudomonasputida* и *Jonesiadenitrificans*, выделенные с мест захоронения ДДТ и ГХЦГ, обладают высокой деструкционной активностью по отношению к этим пестицидам;

5) проведение систематического гигиенического контроля за содержанием ДДТ и ГХЦГ в речной воде и оперативное оповещение местного населения об экстремальной гидроэкологической ситуации в условиях использования водных объектов для хозяйственно-питьевых и культурно-бытовых целей;

6) использование для очистки речных вод биосорбционного метода с применением активного угля и последующим мембранным разделением, что обеспечивает практически полное удаление стойких хлорорганических пестицидов из воды с экстремально высоким их загрязнением [14].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оганесян Р.О. Роль водосборного бассейна в формировании физико-химического и биологического режима озера Севан и в его эвтрофировании //Научные основы сохранения и восстановления природных ресурсов озера Севан. – 2022. – С. 54-157.
2. Мамонтова Е. А., Мамонтов А. А. Полихлорированные бифенилы (ПХБ) и хлорорганические пестициды (ХОП) в снеговом покрове южного Прибайкалья. 2022.
3. Абдрахимов В. З., Артемьева Д. Д. Проблемы экологии и экологического менеджмента в самарской области //Международная и межрегиональная интеграция в условиях пандемии: экономические, социокультурные и правовые проблемы. – 2020. – С. 315-318.

4. Макурина О. Н., Низаметдинова Д. Р. Основные сведения о качестве природной среды и состоянии природных ресурсов Самарской области //Вестник медицинского института «Реавиз»: реабилитация, врач и здоровье. – 2020. – №. 2 (44). – С. 159-167.
5. Решетняк В. Н., Мягкова К. Г., Решетняк О. С. Региональные особенности химического состава и уровня загрязненности воды в бассейне Нижней Волги //Экологический сборник 7: Труды молодых ученых. Всероссийская (с международным участием) молодежная научная конференция. – Учреждение Российской академии наук Институт экологии Волжского бассейна РАН, 2019. – №. 1. – С. 380-384.
6. Качество поверхностных вод на территории Приволжского федерального округа за период с 2015 по 2020 гг / Е. Е. Лобченко, И. П. Ничипорова, Н. А. Лямперт, О. Л. Романюк // Современные наука и образование: достижения и перспективы развития : материалы Национальной научно-практической конференции: в 2 частях, Керчь, 15 мая 2021 года. Том Часть 1. – Керчь: ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», 2021. – С. 147-155.
7. Абдрахимов В. З., Артемьева Д. Д. Проблемы экологии и экологического менеджмента в Самарской области //Международная и межрегиональная интеграция в условиях пандемии: экономические, социокультурные и правовые проблемы. – 2020. – С. 315-318.
8. Васильева В. А. Экологические проблемы Самарской области на примере го Чапаевска //Индустриальная Россия: вчера, сегодня, завтра. – 2021. – С. 161-164.
9. Цыганков В. Ю. «Грязная дюжина» Стокгольмской конвенции. Химия и токсикология стойких органических загрязняющих веществ (СОЗ): обзор литературы //Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в Дальневосточном регионе: моря, организмы, человек. – 2020. – С. 12-61.
10. Галиулин Р. В. и др. Риск современного загрязнения речных вод пестицидами ДДТ и ГХЦГ //Проблемы анализа риска. – 2019. – Т. 16. – №. 5. – С. 62-69.
11. Тойчуев Р.М., Мирзакулов Д.С., Пайзилдаев Т.Р. Распространенность бесплодия у мужчин, проживающих в условиях загрязнения окружающей среды хлорорганическими пестицидами // Гигиена и санитария. 2015. Т. 94. №6. С. 97—99.
12. Попов П.В. Справочник по ядохимикатам. М.: ГНТИХЛ, 1956. 624 с.
13. Васнецова Е.В., Ксенофонтова О.Ю., Тихонова Д.А., Филимонова Е.А., Савина К.В. Поиск штаммов-деструкторов пестицидов прометрина, ГХЦГ и 4,4-ДДТ в почве территории захоронения пестицидов в Саратовской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Химия. Биология. Экология. 2016. Т. 16. Вып. 3. С. 349—354.

14. Федотов Р.В., Щукин С.А., Степаносьянц А.О., Чепкасова Н.И. Современные технологии очистки природных вод от антропогенных загрязнений // Современные наукоемкие технологии. 2016. №9 (часть 3). С. 452—456.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Родионова Галина Николаевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии, экологии и методики обучения; Самарский государственный социально-педагогический университет, г. Самара, 443099, Россия, г. Самара, ул. М. Горького, 65/67
Email: rodionova@pgsga.ru

Павлов Андрей Федорович - ассистент кафедры общей и молекулярной биологии Института профилактической медицины, Самарский государственный медицинский университет, г. Самара, 443001, ул. Арцыбушевская, 171, первый корпус
Email: a.f.pavlov@samsmu.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Rodionova Galina Nikolaevna – candidate of biological sciences, associate professor of the department of biology, ecology and teaching methods; Samara State Social and Pedagogical University, Samara, Russian Federation
Email: rodionova@pgsga.ru

Pavlov Andrey Fedorovich – assistant of the department of general and molecular biology; Samara State Medical University, Samara, 443001, Arzybushevskaya Street, 171, the first building, Russian Federation
Email: a.f.pavlov@samsmu.ru

УДК 628.31

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД НА ПИЩЕВОМ ПРЕДПРИЯТИИ

К.М. Сахабутдинова, Э.Р. Бариева, Е.В. Серазеева
Казанский государственный энергетический университет, г.
Казань, Россия

АННОТАЦИЯ

В статье рассматриваются основные этапы очистки сточных вод на пищевом предприятии. Для исследования эффективности очистки сточных вод на предприятии, был проведен количественный химический анализ очищенной воды. Для повышения эффективности очистки стоков рекомендуется внедрение жируловителя.

Ключевые слова: пищевое предприятие, сточные воды, очистное сооружение, жируловитель

IMPROVING THE EFFICIENCY OF WASTEWATER TREATMENT AT A FOOD ENTERPRISE

K.M. Sahabutdinova, E.R. Barieva, E.V. Serazeeva
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

ABSTRACT

The article discusses the main stages of wastewater treatment at a food enterprise. Quantitative chemical analysis of purified water has been carried out for the purposes of research of the efficiency of wastewater treatment. In order to improve the efficiency of wastewater treatment, the introduction of a grease trap is recommended.

Key words: food processing enterprise, waste water, sewage treatment plant, grease trap

Сточные воды пищевой промышленности содержат в себе загрязняющие вещества, образующиеся в процессе производства и переработки продуктов питания. В них входит число различных органических и неорганических веществ, в том числе жиры, белки, углеводы, минеральные соли и другие загрязнители [1-3, 5-7, 11].

Непосредственный сброс большой плотности загрязнений ведет к отрицательному воздействию на окружающую среду.

Схема очистки сточных вод на пищевом предприятии включает в себя следующие два этапа: механический и биологический (рис. 1).

Стоки (производственные и хозяйственно-бытовые) из подводящих трубопроводов, собираются в приемный резервуар, где, с помощью канализационной насосной станции, происходит грубая очистка стоков от мусора и крупных примесей [8]. Далее стоки попадают на предварительный этап очистки. На этом этапе происходит удаление остатков продукции, такие как косточки, мелкие и средние отбросы, оболочки. Данный процесс позволит решить проблему дальнейшего засорения и преждевременной поломки установок на следующих этапах очистки.



Рисунок 1 - Блок-схема очистных сооружений

После комплекса предварительной очистки, стоки поступают на первую и вторую ступень реагентной флотации [9]. Установки пенно-флотационной сепарации удаляют жиры и взвешенные вещества на основе метода напорной фильтрации. Вода под давлением поступает на фильтрационную систему, где примеси удаляются путем пропускания потока через специальный материал [4, 10].

Далее реализуется процесс очистки сточных вод биологической установкой. Она состоит из аэротенка с воздуходувками, которые проводят процесс аэрации, основанный на окислении. Чтобы достичь необходимого качества очистки, в аэротенк добавлен денитрификатор. С помощью данной установки степень эффективности очистки достигает максимума [11].

Для исследования эффективности очистки сточных вод на предприятии, был проведен количественный химический анализ очищенной воды (рис. 2, 3).

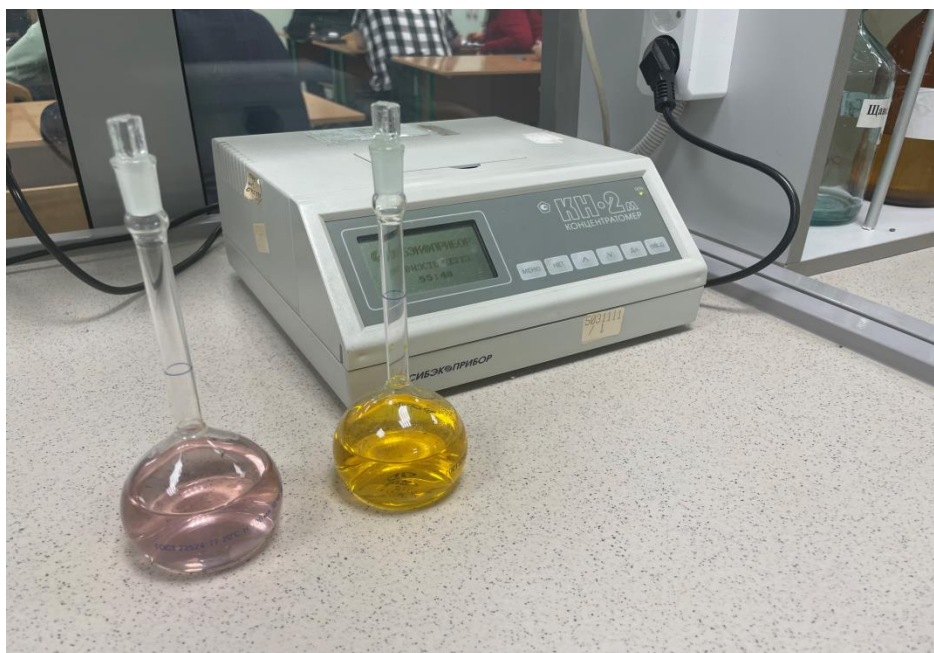


Рисунок 2 - Анализ проб сточных вод спектрометрическим методом

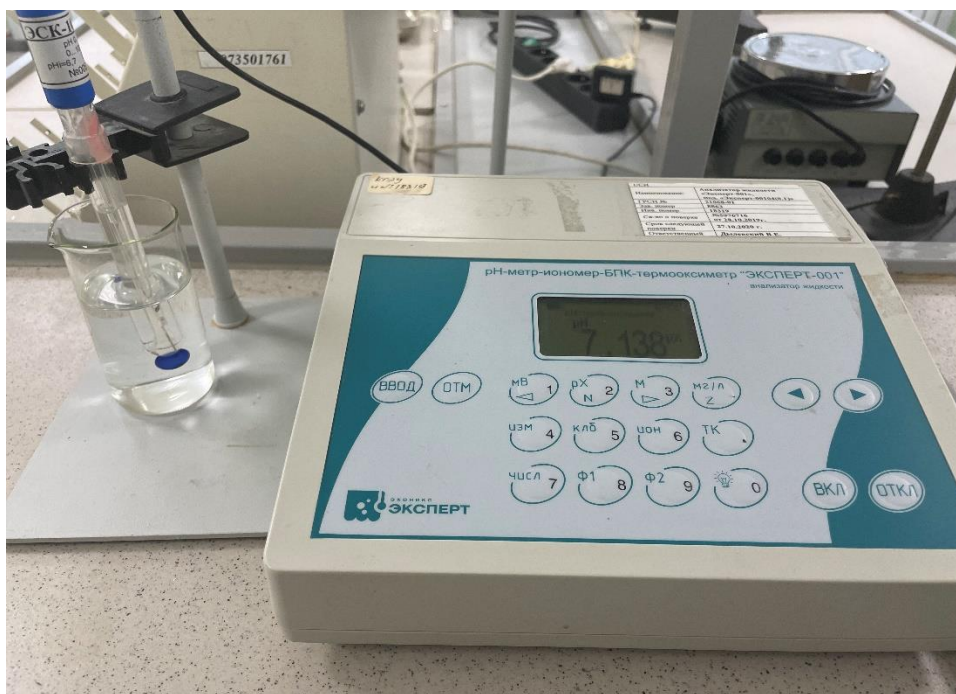


Рисунок 3 - Определение pH

По результатам исследований, фиксируется превышение по содержанию жиров (табл.1).

Таблица 1

Показатели эффективности очистки загрязняющих веществ на очистных сооружениях

№ п/п	Наименование загрязняющих веществ	Поступающий сток, мг/л	После очистки, мг/л	ПДК, мг/л	Эффективность очистки, %
1	Взвешенные вещества	678,00	120,00	300,00	93,5
2	БПК5	415,33	38,45	300,00	97
3	ХПК	633,00	115,00	500,00	98,3
4	Жиры	593,78	63,2	50,00	76,6
5	СПАВ	11,1	0,4	1,2	98,4

Для улучшения работы системы очистки сточных вод на предприятии и снижения негативного влияния на окружающую среду, предлагается установить жиरोуловитель (рис. 4).



Рисунок 4 - Блок-схема очистных сооружений после усовершенствования

Установка жироуловителя в систему очистки сточных вод на предприятии позволит достичь требуемых нормативных показателей, повысить степень эффективности очистки и минимизировать негативные последствия на окружающую среду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анциферов А.В., Филенков В.М., Каплан А.Л., Васильев А.В. Реконструкция промышленных очистных сооружений с использованием биореактора. Безопасность в техносфере. 2009. № 3. С. 42-45.
2. Васильев А.В. Экологический мониторинг и очистка сточных вод в районе Северного промышленного узла г. Тольятти. "Экология и промышленность России", г. Москва, 2019 г., т. 23, №6, с. 34-37.
3. Васильев А.В. Оценка экологического состояния водоемов при воздействии антропогенных загрязнений на примере территории Волжского бассейна. Научный журнал "Академический вестник ЭЛПИТ". – г. Тольятти, 2022 г., изд-во "ELPIT" ООО "ИХиИЭ", Том 7, №1(19), с.12-17.
4. Гайнуллина Л.Р., Серазеева Е.В., Бариева Э.Р. Оптимизация технологии очистки сточных вод на предприятии пищевой промышленности. Научный журнал Академический вестник ЭЛПИТ, том №6, №4(18), Тольятти, 2019 г., С. 12-17.
5. Гусарова Д.В., Васильев А.В. Повышение эффективности очистки сточных вод машиностроительных предприятий от смазочно-охлаждающих жидкостей. В сборнике: ELPIT-2013. Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов. Сборник трудов IV международного экологического конгресса (VI Международной научно-технической конференции. Научный редактор: А.В. Васильев. 2013. С. 144-148.
6. Измайлова С.В., Васильев А.В. Проблема очистки поверхностного стока, формирующегося на селитебной территории г. Сызрани. В сборнике трудов пятого международного экологического конгресса (седьмой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов» ELPIT-2015. Научный редактор Васильев А.В. с. 166-172.
7. Лоренц В.И. Очистка сточных вод предприятий пищевой промышленности. Россия: Изд-во «Стройиздат», 1972. Т.4. С. 98- 103.
8. Преснякова Е.А. Биологическая очистка сточных вод. Вестник магистратуры. 2014. № 12(39). Том I, С. 43-45.
9. Рахимкулова Э.И., Бариева Э.Р. Анализ эффективности очистки сточных вод молокоперерабатывающего предприятия. Международный научно-исследовательский журнал № 12(54), Часть 1, декабрь 2016. С. 109-111.
10. Рахимкулова Э.И., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Повышение производительности БОС путем внедрения реагентной напорной флотации. Научный журнал Мир науки и инноваций, том №14, Выпуск №1(1), Иваново, 2015 г., С. 61-64.
11. Шамсетдинова И.И. Оценка эффективности работы очистных сооружений молочного комбината. Открытый конкурс научных работ «Лобачевский – 2023». С.424-427.

12. Vasilyev A.V., Khamidullova L.R., Podurueva V.V., Solovyov S.G. Investigation of toxicity of waste water of "AVTOVAZ" company by using biological testing methods. Safety of Technogenic Environment. 2012. № 2. С. 72-75.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Сахабутдинова Камилла Мягасовна, студентка кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
Email: kamillasahabutdinova14@gmail.com

Бариева Энза Рафаиловна, к.б.н., доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
Email: enzab143@mail.ru

Серазеева Елена Владимировна, старший преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51
Email: elen-vs00@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Sahabutdinova Kamilla Myagasovna, student of the Department of "Engineering Ecology and Occupational Safety", Kazan State Energy University, 420066, Kazan, Krasnoselskaya Str., 51
Email: kamillasahabutdinova14@gmail.com

Barieva Enza Rafailovna, Ph.D., Associate Professor of the Department of Engineering Ecology and Occupational Safety, Kazan State Energy University, 420066, Kazan, Krasnoselskaya Str., 51
Email: enzab143@mail.ru

Serazeeva Elena Vladimirovna, senior lecturer of the Department of Engineering Ecology and Occupational Safety, Kazan State Energy University, 420066, Kazan, Krasnoselskaya Str., 51
Email: elen-vs00@mail.ru

УДК 66.074.5

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Л.А. Хабибуллина, Э.Р. Бариева, Е.В. Серазеева
Казанский государственный энергетический университет, г. Казань,
Россия

АННОТАЦИЯ

В статье рассматривается характеристика пылегазоочистного оборудования и оценка его эффективности на машиностроительном предприятии. Одним из основных источников выбросов загрязняющих веществ на предприятии является печь для плавки стали. Предложено техническое решение по повышению эффективности очистки промышленных выбросов. В целях снижения негативного воздействия газовых выбросов на окружающую среду предлагается заменить дуговые плавильные печи на индукционные.

Ключевые слова: машиностроительное предприятие, газовые выбросы, пылегазоочистные сооружения

IMPROVING THE EFFICIENCY OF CLEANING INDUSTRIAL EMISSIONS OF A MACHINE-BUILDING ENTERPRISE

L.A. Khabibullina, E.R. Barieva, E.V. Serazeeva
Kazan State Power Engineering University, Kazan, Russia

ABSTRACT

The article discusses the characteristics of pale gas cleaning equipment and evaluation of its effectiveness at a machine-building enterprise. One of the main sources of emission of pollutants n enterprise is furnace for melting steel. A technical solution is proposed to improve the efficiency of cleaning industrial emissions at the enterprise. For the purposes of reduction of negative impact of gas emissions to environment it is suggested to replace arc melting furnaces with induction furnaces.

Keywords: machine-building enterprise, gas emissions, dust and gas cleaning facilities

В условиях современной промышленности, где технологический прогресс и конкурентоспособность становятся ключевыми факторами, внимание к вопросам экологической ответственности и устойчивого развития становится более важным, чем когда-либо. Значительное количество машиностроительных предприятий находятся в крупных населенных пунктах и являются важными звеньями в индустриальной цепи [1-3, 5-9].

Машиностроительные предприятия производят очистку промышленных выбросов организованных и неорганизованных источников [4]. Газы, прошедшие пылегазоочистные сооружения, подвергаются выбросу в атмосферу. Нормативно-правовыми актами в вопросе качества газовых выбросов и содержания в них различных загрязняющих веществ являются:

- Закон Российской Федерации "Об охране окружающей среды" № 7-ФЗ от 10.01.2002 г;

- Закон Российской Федерации "Об охране атмосферного воздуха" № 96-ФЗ от 4.05.1999 г;

- ГОСТ 17.2.3.02-78. Охрана природы. Атмосфера. Правила установления допустимых выбросов вредных веществ промышленными предприятиями. М., Изд-во стандартов, 1979 и др.

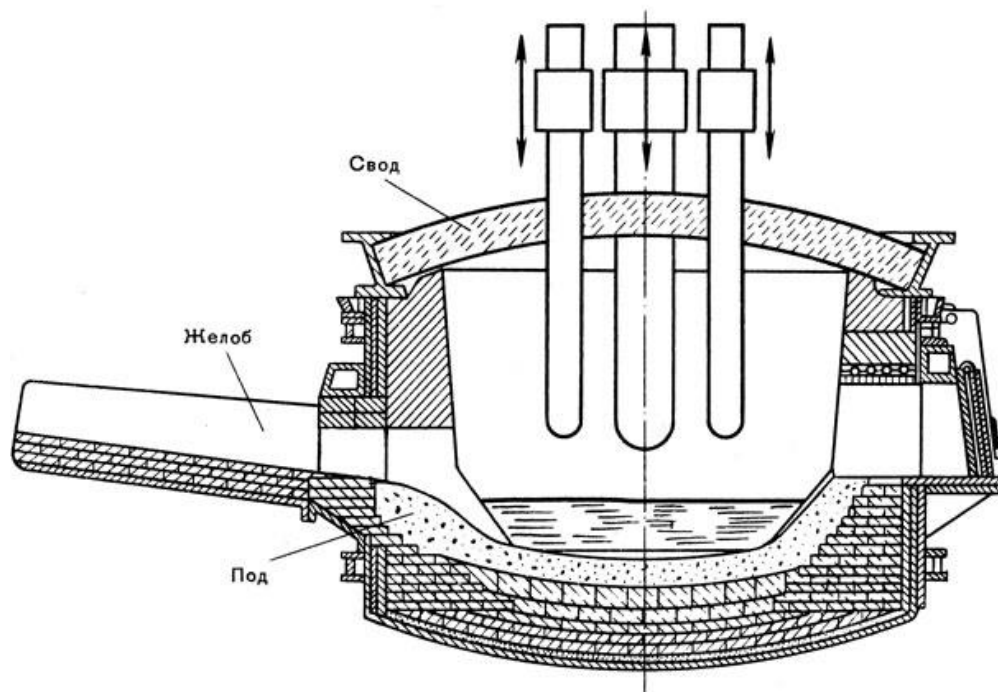


Рисунок 1 - Электродуговая печь

Одним из источников выбросов загрязняющих веществ на предприятии является печь для плавки стали. Во время работы сталеплавительной дуговой печи, не оснащенной вентиляцией и отсосом воздуха (рис. 1), основными компонентами пыли являются оксиды железа (табл.1). В печь подается сжатый воздух и клапанами выбрасывается в атмосферу корпуса, далее газовые выбросы поступают в основную вытяжную вентиляционную систему “Бегхауз”, потребляющую 2,5 МВт/ч.

Таблица 1

Основные компоненты пыли дуговой печи

Фаза	Концентрация, %
Fe ₂ O ₃	31,64
SiO ₂	2,45
C	1,3
MnO	1,54
ZnO	3,4

Так же на предприятии эксплуатируются индукционные тигельные печи выдержки – канального типа с преобразователем частоты IGBT, тип RWKGe 50 000/800 kW предназначенных для приема, выдержки расплава чугуна и выдачи расплава на формовочные линии. Основной составляющей пыли (табл. 2) при эксплуатации таких печей (около 60%) являются оксиды железа и прочие взвешенные вещества в различном соотношении в зависимости от химического состава металла и шлака.

Таблица 2

Основные компоненты пыли индукционной печи

Фаза	Концентрация, %
Fe ₂ O ₃	31-50
SiO ₂	25
C	3-10
MnO	>5
ZnO	>5

Выделяемые при выдержке чугуна в индукционных печах частицы пыли имеют дисперсность от 5 до 100 мкм. Количество газов и пыли в 5-6 раз меньше, чем в электродуговых печах.

Фракция <10 μm 35-55%

Фракция <20 μm 50-70%

Фракция ZnO 0.01-3 μm

По сравнению с разливочными ковшами с открытой верхней поверхностью площадью $0,35\text{ м}^2$, печи выдержки имеет только открытую площадь $0,1\text{ м}^2$. Поэтому считается, что любые выбросы от печи выдержки будут значительно ниже тех значений, которые наблюдаются сегодня с разливочными ковшами.

Газовые выбросы с индукционных печей попадают в вентиляционную установку германской фирмы GARANT-Filter (рис. 2), потребляющей 160 кВт/ч. При производительности $70\,000\text{ м}^3/\text{ч}$ оборудование синхронизировано с технологическим процессом работы двух печей: пока на одной идёт плавка, и GARANT там усиленно фильтрует воздух, другая работает в режиме выдачи металла. Переключение между печами ведётся в автоматическом режиме.



Рисунок 2 - Вентиляционная установка GARANT-Filter

Фильтр вентиляционной системы является сепаратором. В него постоянно поступает неочищенный газ, который в процессе работы непрерывно очищается за счёт продувочного воздуха. Выделенные частицы пыли направляются вниз, попадая в поддон или воронку, откуда удаляются с помощью транспортной системы.

При эксплуатации дуговых печей с последующим попаданием газа в основную вытяжную вентиляционную систему “Бегхауз” около 20 % загрязнений не улавливаются (табл. 3).

Таблица 3

Суммарное количество уловленных веществ

Количество вредных веществ, отходящих от всех источников загрязнения	18116,6365 т/год
Поступает на очистные сооружения	14730,5881 т/год
уловлено и обезврежено	13847,9832 т/год
Уловлено и обезврежено в % к общему количеству вредных веществ	76,44 %

При сравнении можно отметить, что индукционная плавильная печь массой 25 тонн производит максимальное количество выбросов (газа) в размере 60 тысяч кубометров в час, в то время как дуговая плавильная печь массой 50 тонн при максимальной выплавке генерирует 150 тысяч кубометров выбросов (газа) в час. Следовательно, количество выбросов загрязняющих веществ при эксплуатации индукционной печи для плавки металла на 20% меньше, чем при использовании дуговой плавильной печи (при одинаковом объеме выплавки металла).

Проведя анализ количества потребляемой энергии основной вытяжной вентиляционной системы "Бегхауз" (2,5 МВт/ч) и вентиляционной установки GARANT-Filter (160 кВт/ч), можно заключить, что энергопотребление второй системы приблизительно в 15 раз меньше.

Дополнительно, изучение работы очистных сооружений, сравнение двух типов печей и последующий анализ выбросов указывают на то, что дуговые плавильные печи генерируют значительно больше загрязнений. В целях снижения негативного воздействия газовых выбросов на окружающую среду, предлагается заменить дуговые плавильные печи на индукционные. Также, в дополнение к индукционным печам, рекомендуется внедрить вентиляционные установки, что повысит эффективность удаления и обезвреживания вредных веществ, а также уменьшит потребление энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.В. О некоторых подходах к оценке эколого-экономического ущерба при попадании ракетных топлив в воздушную среду. Вестник Самарского экономического университета. 2014. № 113. С. 51-53.
2. Гумерова Г.И., Гоголь Э.В., Васильев А.В. Новый подход к качественному и количественному определению диоксинов. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16. № 1-6. С. 1717-1720.
3. Еремкин А.И. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. – М.: АСВ, 2014.

4. Минко В.А., Кулешов М.И., Плотникова Л.В., Шаптала В.Г., Борзенков А.В., Калягин М.Ф., Подгорный Н.Н. Обеспыливание в литейных цехах машиностроительных предприятий, 1987. – 224 с.
5. Подуруева В.В., Васильев А.В. Особенности реализации системы экологического менеджмента компаний различного масштаба. В сб. трудов шестого международного экологического конгресса (восьмой международной научно-технической конференции) "Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов" ELPIT-2017, 20-24 сентября 2017 г., г. Самара – Тольятти, Россия: Изд-во "ELPIT". Отпечатано в АНО "Издательство СНЦ". 2017. Т. 6, научный симпозиум "Проблемы и инновационные решения в области инженерного обеспечения экологической и промышленной безопасности урбанизированных территорий" - с. 148-154.
6. Семенова А.Н., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Оптимизация системы очистки промышленных выбросов на предприятии машиностроительной отрасли // Сборник трудов восьмого международного экологического конгресса (десятой международной научно-технической конференции) «Экология и безопасность жизнедеятельности промышленно-транспортных комплексов ELPIT-2021. Россия: Изд-во «ELPIT», 2021. Т.4. С. 104- 107.
7. Шинкарева Ю.С., Бариева Э.Р., Серазеева Е.В. Оптимизация системы очистки воздуха от загрязняющих веществ на предприятии машиностроительной отрасли. Сборник научных трудов по материалам международной научно-практической конференции «Наука XXI века: возможности, проблемы, перспективы». Москва: ИП Туголуков А.В., 2020. С. 430-433.
8. Vasilyev A.V. Estimation of atmosphere air pollutants as factors of ecological risks of urban territories. В сборнике: World Heritage and Disaster. Knowledge, Culture and Representation "Le vie dei Mercanti" Proceedings of the International Scientific Conference (XV International Forum). Сер. "Fabbricadella Conoscenza series" Carmine Gambardella, President and Founder of the Forum. 2017. С. 1524- 1528.
9. Vasilyev A.V. Results of Study of Atmosphere Air Pollutions Caused by Automobile Transport in Urban Conditions on the Example of Togliatti City of Russia. Proceedings of the XXI international forum «Le Vie dei Mercanti. World Heritage and Dwelling on Earth». May 25-27 2023, Naples – Capri, Italy. Edition: Gangemi Editore International, Naples, Italy. pp. 453-457.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Хабибуллина Ленара Азатовна, студентка кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: LenaraH-2010@bk.ru

Бариева Энза Рафаиловна, к.б.н., доцент кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: enzab143@mail.ru

Серазеева Елена Владимировна, ст. преподаватель кафедры «Инженерная экология и безопасность труда», Казанский государственный энергетический университет, 420066, г. Казань, ул. Красносельская, д. 51

Email: elen-vs00@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Khabibullina Lenara Azatovna, student of the Department of "Engineering Ecology and Occupational Safety", Kazan state power engineering university, 420066, Tatarstan Republic, Kazan, Krasnoselskaya str., 51

Email: LenaraH-2010@bk.ru

Enza R. Barieva, candidate of biological science, docent of department of engineering ecology and labor safety of Kazan state power engineering university, 420066, Tatarstan Republic, Kazan, Krasnoselyskaya str., 51.

E-mail: enzab143@mail.ru

Elena V. Serazeeva, senior lecturer of department of engineering ecology and labor safety, Kazan state power engineering university, 420066, Tatarstan Republic, Kazan, Krasnoselyskaya str., 51.

E-mail: elen-vs00@mail.ru

УДК 628.316.12

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД УБОЙНОГО ЦЕХА ПТИЦЕФАБРИКИ КОАГУЛИРУЮЩЕЙ СУСПЕНЗИЕЙ НА ОСНОВЕ ПЫЛИ ЭЛЕКТРОДУГОВЫХ СТАЛЕПЛАВИЛЬНЫХ ПЕЧЕЙ

И.Г. Шайхиев¹, С.В. Свергузова², Ж.А. Сапронова², Р.Р. Гафаров²

¹Казанский национальный исследовательский технологический университет, г. Казань, Россия

²Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

АННОТАЦИЯ

В работе рассмотрена возможность очистки сточных вод предприятий мясоперерабатывающей отрасли, в данном случае – сточных вод убойных цехов птицефабрик. Для их очистки предложено использовать коагулирующую суспензию на основе тонкодисперсной многокомпонентной пыли электродуговых сталеплавильных печей (ЭДСП) Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК) с содержанием соединений железа до 62 %. При обработке пыли кислотой (H_2SO_4 или HCl) часть железа переходит в растворимое состояние и представляет собой коагулирующие агенты. Добавление коагулирующей суспензии к стокам убойных цехов приводит к коагуляции мелковзвешенных частиц жира, белка, крови и др., в результате чего эффективность очистки может достигать 90 %. Исследовано влияние на эффективность очистки таких факторов, как доза добавки коагулирующей суспензии и время отстаивания.

Ключевые слова: очистка, сточные воды, птицеводство, коагуляция, ХПК, взвешенные вещества

WASTEWATER TREATMENT OF POULTRY SLAUGHTERHOUSE BY USING OF COAGULATING SUSPENSION ON THE BASIS OF DUST OF ELECTRIC ARC STEELMAKING FURNACES

I.G. Shaihiiev¹, S.V. Sverguzova², Zh.A. Sapronova², R.R. Gafarov²

¹Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia

²Belgorod State Technological University Named After V.G. Shuhov, Belgorod, Russia

ABSTRACT

In this paper the possibility of wastewater treatment of enterprises of meat processing industry (in this case wastewater of poultry slaughterhouse) has been considered. For treatment of them it is suggested to use coagulating suspension on the basis of finely dispersed multicomponent dust of electric arc steelmaking steelmaking furnaces of Oskol electrometallurgical plant with an iron compound content of up to 62%. When treating dust with acid (H_2SO_4 or HCl) some of the iron goes into a soluble state and they are coagulating slurries. Adding of coagulating slurries to sewage of poultry slaughterhouses leads to coagulation of finely weighted fat, protein, blood etc. particles, in result of which the treatment efficiency can reach 90%. The influence of such factors as the dose of the coagulating suspension additive and standing time has been investigated.

Keywords: purification, wastewater, poultry farming, coagulation, chemical oxygen demand (COD), suspended solids

В последние годы мясоперерабатывающая отрасль промышленности активно набирает обороты, в этой связи она должна не только совершенствовать свою продукцию и повышать ее конкурентоспособность, но и уделять особое внимание переработке отходов её деятельности. Ведь на каждой стадии производства мясных изделий образуются сточные воды (СВ), которые содержат много жиров, органических примесей, минеральных частиц [1]. Различают 5 основных источников образования СВ на мясокомбинатах:

I поток - из цехов разделки и переработки мяса (жиры, кровь, куски шкур, шерсть, нерастворимые примеси, ПАВ). Источником жирового потока являются убойный цех, а также цехи первичной (жировой, кишечный, шкуропосолочный, субпродуктовый) и вторичной переработки (колбасный и технических фабрикатов).

II поток - СВ из предубойных загонов (навоз, остатки кормов, частицы земли и т.д.

III поток – каньгосодержащий, из участка потрошения туш (кусочки животной ткани, кровь, жиры).

IV поток - смесь потоков, из санитарной бойни, изолятора и карантина, где кроме вышеперечисленных загрязнений могут присутствовать патогенные микробы (от больных животных, содержащихся в изоляторе).

V поток - все остальные воды комбината с примесями ПАВ, $NaCl$, сегментов животной ткани, а также с производства технических и медицинских препаратов, хозяйственно-бытовые СВ [1, 2].

СВ убойных и перерабатывающих цехов мясокомбинатов характеризуются высокими значениями загрязняющих веществ: БПК₅ -

500–4000 мг/дм³, ХПК - 1000–15 000 мг/дм³, содержание жиров - 300–2000 мг/дм³, сухих веществ – 400-8000 мг/дм³, взвешенных веществ – 300-6000 мг/дм³, общего азота – 50-800 мг/дм³, хлоридов – 300-800 мг/дм³ [3-6].

Стоки, содержащие высокое содержание указанных поллютантов нецелесообразно направлять на городские коммунальные сети ввиду того, что происходит осаждение жиров на стенках трубопроводов и запорной аппаратуры, что приводит к забиванию и выходу из строя указанного оборудования. В этой связи необходимо проводить локальную очистку сточных вод мясоперерабатывающего на месте образования СВ.

На действующих предприятиях переработки мяса и производства мясной продукции используются различные технологические схемы и методы очистки СВ [6-10]. В Российской Федерации, как показал анализ литературных источников, в основном, применяют механические и физико-химические методы с последующей доочисткой биологическими методами [2, 6, 11]. За рубежом принятым методом очистки жиросодержащих СВ мясокомбинатов является биологический, осуществляемый, в большинстве своем путем анаэробного сбраживания в аппаратах различных конструкций [12-15]. Однако, использование анаэробного сбраживания имеет ряд недостатков, таких как сложность аппаратного оформления и протекания процесса, долгое время, необходимое для разложения органической составляющей микробиотой, необходимость поддержания требуемых параметров процесса и ряд других. Достоинством анаэробного сбраживания является получение дополнительной энергии за счет сжигания образующегося биогаза.

Типовая технология очистки СВ мясоперерабатывающих предприятий, принятая в Российской Федерации, состоит, как правило, из следующих стадий: механическая реагентная обработка; флотационная обработка; биологическая очистка и дезинфекция [2].

На первой стадии очистки СВ применяются следующие аппараты: решетки, отстойники, на которых удаляются грубодисперсные примеси. В последующем, СВ направляются во флотационные установки для извлечения жиров. В зависимости от технологической схемы, перед флотационной очисткой проводится коагуляционная или электрокоагуляционная очистка для укрупнения мелкодисперсных примесей [16-18]. Часто коагуляция осуществляется как самостоятельный процесс, без последующей флотации. Указывается, что эффективность удаления взвешенных частиц может достигать 99% [16]. Коагуляция проводится с использованием традиционных коагулянтов – соединений алюминия [16] или железа [17], электрокоагуляции [18]. Основной же процесс, который применяется для удаления суспендированных частиц из СВ убойных цехов мясобоен – флотация [19-21] или электрофлотация [22].

Нами исследован процесс коагуляционной очистки СВ вод убойного цеха птицефабрик. В качестве коагулянтов при очистке промышленных

СВ рекомендовано использовать неорганические соединения железа и алюминия. [10], таких как $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, FeSO_4 , FeCl_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$ и другие. Несмотря на существование общеизвестных коагулянтов поиск новых эффективных и недорогих коагулянтов, особенно полученных на основе отходов промышленных производств, является актуальной задачей.

Авторами исследована возможность получения коагулирующей суспензии для очистки СВ убойного цеха птицефабрики на основе пыли электродуговых сталеплавильных печей (ЭДСП) Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК), Россия.

Целью проводимых исследований являлось определение оптимальных условий для коагуляции СВ птицебоен. В работе исследовалось влияние дозы коагулирующей суспензии и времени отстаивания на эффективность очистки.

В качестве объекта исследований были взяты СВ убойного цеха АО «Приосколье», которые поступают от технологической операции убоя и потрошения птицы, а также мойки оборудования. Исследуемые стоки содержат жиры, белки, органические частицы, примеси грунта и песка. Усредненный состав исследуемых СВ представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав производственных сточных вод

Показатели	Ед. измерения	Величина показателя
Взвешенные вещества	мг/дм ³	1736
ХПК	мгО/дм ³	6000
БПК ₅	мгО/дм ³	4500
Жиры	мг/дм ³	500
рН	-	6-9
Сухой остаток	мг/ дм ³	1800
Хлорид-ион	мг/ дм ³	220
Азот общий	мг/ дм ³	130

В состав пыли ЭДСП, согласно рентгенограмме (рис.1), входят следующие вещества: магнетит $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ $d(\text{A}0) = 2,979; 2,543; 2,108; 1,484$; вюстит FeO $d(\text{A}0) = 2,48; 2,141; 1,519$; портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$ $d(\text{A}0) = 4,924; 4,575; 2,622; 1,989; 1,918; 1,784; 1,692$ и кремнезем SiO_2 $d(\text{A}0) = 3,51; 2,276; ,813; 1,539$.

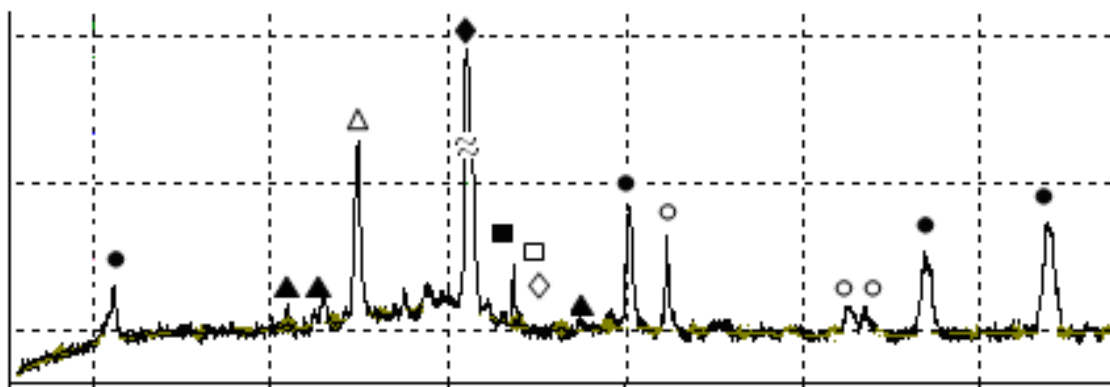


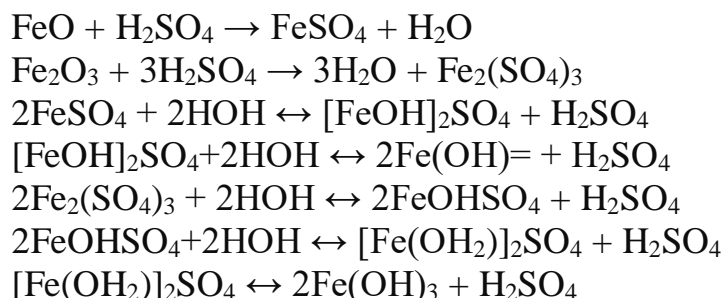
Рисунок 1 - Минеральный состав пыли ЭДСП

●- магнетит, ○ – вюстит, ▲ - портландит, ■ – кремнезём.

Рентгенофазовый анализ пыли ЭДСП осуществляли на дифрактометре марки «ДРОН-3» с рентгеновской трубкой БСВ-27(Cu).

При обработке пыли ЭДСП 2 Н или 4 Н растворами серной кислоты часть соединений Fe(II), Fe(III) переходят в раствор, образуя суспензию, обладающую коагулирующими свойствами.

Возможные процессы, протекающие в водной системе после обработки пыли кислотой и добавления образовавшейся суспензии в водную среду с pH <7:



Именно образующиеся ионы: Fe²⁺, Fe³⁺, FeOH⁺, [Fe(OH)₂]⁺, [Fe(OH)₂]²⁺ оказывают коагулирующее действие.

Для проведения эксперимента СВ в количестве 0,5 дм³ отбиралась в химические стаканы, затем добавлялась коагулирующая суспензия. Содержимое стакана перемешивалось в течение 30 мин и подвергалось отстаиванию в отстойном цилиндре.

Через час отбирались пробы отстоянной жидкости и анализировались на ХПК и содержание взвешенных веществ на мутномере марки «HANNA HI 98703-02».

Эффективность очистки по ХПК определяли по формуле:

$$\Theta = \frac{\text{ХПК}_{\text{исх}} - \text{ХПК}}{\text{ХПК}}, \% \quad (1)$$

где $XPK_{исх}$ – ХПК СВ до очистки, $XPK_{кон}$ – ХПК СВ после очистки.

Эффективность очистки от взвешенных веществ определяли по снижению мутности в единицах NTU (международная единица мутности) по формуле:

$$\mathcal{E} = NTU_{исх}/NTU, \%, \quad (2)$$

где $NTU_{исх}$ – исходная мутность СВ до очистки, NTU – мутность после очистки.

Для того, чтобы пыль ЭДСП проявляла свойства коагулянта, необходимо было её обработать раствором H_2SO_4 2 Н или 4 Н концентрации. Для однородности суспензии, последнюю гомогенизировали путём перемешивания, чтобы все частицы пыли прореагировали с серной кислотой. Далее суспензию кипятили на водяной бане. Суспензия имеет рыжеватый оттенок.

После остывания суспензии добавляли определённое количество коагулирующей суспензии в загрязнённую СВ, перемешивали и проводили исследования.

Зависимость эффективности очистки по ХПК от дозы добавки коагулирующей суспензии (КС) представлена на рис 2.

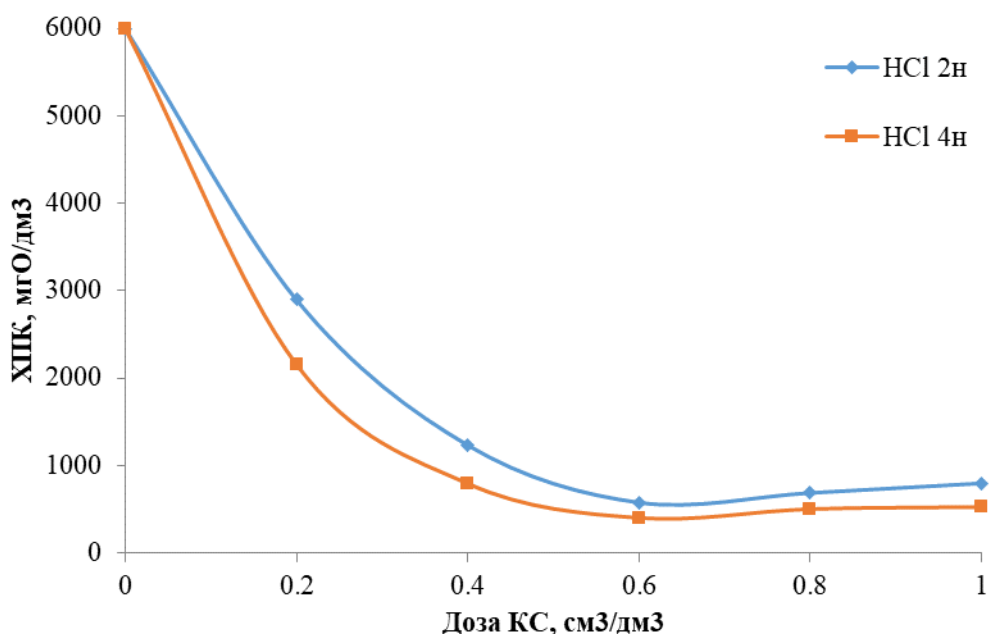


Рисунок 2 - График снижения ХПК в зависимости от дозы добавки коагулирующей суспензии

Как видно из рисунка 2, по мере увеличения дозы коагулирующей суспензии величина ХПК снижается с 6000 мгО/дм³ до 577 мгО/дм³ и 398 мгО/дм³ соответственно. Определено, что для обработки пыли лучше использовать суспензию, полученную обработкой пыли ЭДСП 4 Н раствором серной кислоты.

Нами также определялся порог коагуляции в СВ. Порог коагуляции – это наименьшая концентрация введенного в золь электролита, вызывающая коагуляцию за определенный промежуток времени. В качестве коагулирующего агента использовали суспензию пыли ЭДСП, обработанную 2 Н и 4 Н растворами H₂SO₄.

Результаты исследования представлены на рис. 3

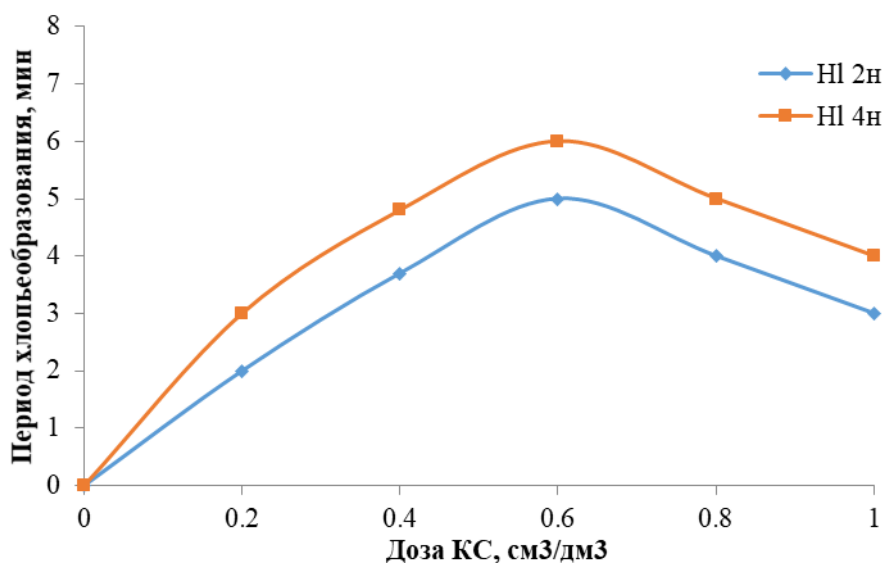


Рисунок 3 - Влияние дозы коагулирующей суспензии пыли ЭДСП, обработанной H₂SO₄ 2 Н и 4 Н на время начала хлопьеобразования в СВ (порог коагуляции)

Как видно из рис. 3, порогом коагуляции можно считать дозу коагулирующей суспензии 0,6 см²/дм³ как для как для пыли, обработанной 2 Н раствором серной кислоты, так и для 4 Н раствора.

СВ, содержащие большие количества взвешенных веществ, при попадании в водные объекты, снижают светопропускание, ухудшают процессы фотосинтеза, повышают ХПК и уменьшают содержание растворенного кислорода в воде.

На рис. 4, представлен график снижения мутности СВ в зависимости от добавления дозы коагулирующей суспензии.

Как видно из рис. 4, самое низкое значение мутности достигается при добавлении дозы КС 0,6 см³/дм³. При дальнейшем добавлении дозы

КС мутность начинает несколько повышаться, вероятно, это происходит из-за того, что система выходит из зоны порога коагуляции (рис.3).

В таблице 2 представлено влияние длительности отстаивания на снижение мутности очищаемой жидкости.

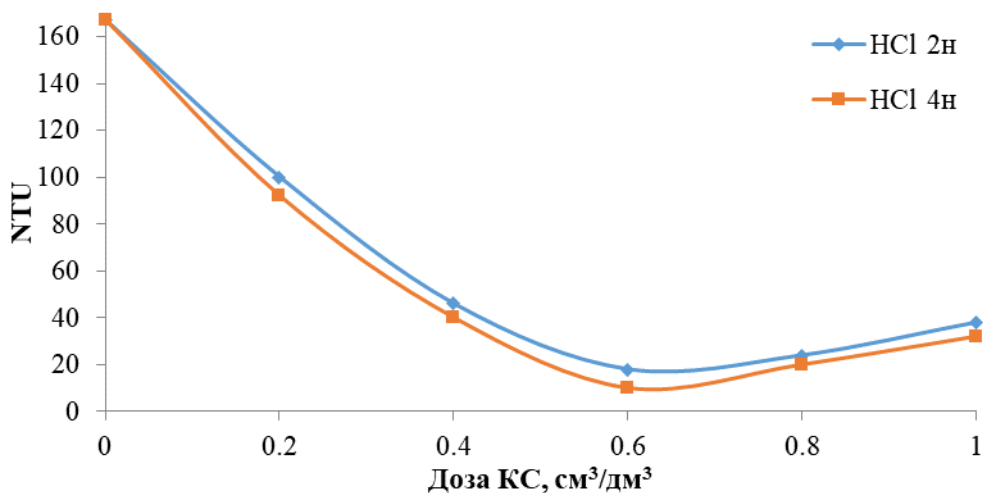


Рисунок 4 - Влияние объема КС на осветление СВ убойного цехе птицефабрики

Таблица 2
Изменение мутности СВ в ходе наблюдений, NTU ($NTU_{исх} = 167$)

Добавка КС	Время, мин							
	5		10		20		30	
	Мутность (NTU)							
	H ₂ SO ₄ 2н	H ₂ SO ₄ 4н	H ₂ SO ₄ 2н	H ₂ SO ₄ 4н	H ₂ SO ₄ 2н	H ₂ SO ₄ 4н	H ₂ SO ₄ 2н	H ₂ SO ₄ 4н
0,2	126	110	112	104	106	98	100	92
0,4	77	59	60	51	55	44	46	40
0,6	38	24	29	20	26	18	18	10
0,8	48	36	39	31	33	28	24	20
1	67	50	58	45	49	39	38	32

Как следует из полученных результатов, наименьшее значение мутности системы наблюдается после 30-минутного отстаивания при использовании дозы КС, обработанной 4 Н раствором H₂SO₄ – 10 NTU. Для сточной жидкости, обработанной КС, приготовленной путем обработки пыли ЭДСП 2 Н раствором H₂SO₄ данный показатель составил 18 NTU.

Исходя из проведенных исследований, можно сделать вывод, что использование пыли ЭДСП, обработанной серной кислотой различных

концентраций может быть весьма эффективно для очистки СВ убойных цехов птицефабрик, а также может быть перспективным отечественным реагентом, обладающим свойствами коагулянта, который по своим характеристикам не будет уступать современным импортным аналогам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Махно М.А., Контарева В.Ю. К вопросу об очистке сточных вод на мясоперерабатывающих предприятиях // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2019. № 2-1. С. 47-54.
2. Матушкина А.В., Локтионова Е.В. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих комбинатов // XIII Международный молодежный форум «Образование. Наука. Производство». Белгород, БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. С. 1467-1468.
3. Видякин М.Н., Гарипова С.А. Особенности внедрения мембранных биореакторов для обработки сточных вод // Экология производства. 2014. №. 11. С. 61-68.
4. Панова И., Нойберт И. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих производств // Мясные технологии. 2014. № 5. С. 44-45.
5. Dissolved air flotation optimization for treatment of dairy effluents with organic coagulants / M.S. Pereira, A.C. Borges, G.L. Muniz, et al. // Water Process. Eng. 2020. Vol. 36. No 101270.
6. Захаров П.Д., Евсеев Е.П., Бабкин В.Ф. Концепция локальных очистных сооружений мясоперерабатывающих предприятий // Российский инженер. 2016. № 2(5). С. 38-44.
7. Characterization of slaughterhouse wastewater and development of treatment techniques: A review / M. Ng, S. Dalhatou, J. Wilson et al. // Processes. 2022. Vol. 10. No 1300. P. 1-28.
8. Slaughterhouse wastewater treatment: A review on recycling and reuse possibilities / M. Philipp, K.M. Jabri, J. Wellmann et al. // Water. 2021. Vol. 13. No 3175. P. 1-26.
9. Bustillo-Lecompte C.F., Mehrvar M. Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances // / Journal of Environmental Management. 2015. Vol. 161. No 287e3. P. 1-17.
10. Musa M.A., Idrus S. Physical and biological treatment technologies of slaughterhouse wastewater: A review // Sustainability. 2021. Vol. 13. No 4656. P. 1-20.
11. Установки для очистки сточных вод: проверенные решения // Мясные технологии. 2016. № 6. С. 40-41.
12. Shende A.D., Pophali G.R. Anaerobic treatment of slaughterhouse wastewater: a review // Environmental Science and Pollution Research. 2021. Vol. 28. P. 35–55.

13. Harris P.W., McCabe B.K. Review of pre-treatments used in anaerobic digestion and their potential application in high-fat cattle slaughterhouse wastewater // *Applied Energy*. 2015. Vol. 155. P. 560–575.
14. Anaerobic membrane bioreactors enable high rate treatment of slaughterhouse wastewater / P.D. Jensen, S.D. Yap, A. Boyle-Gotla et al. // *Biochemical Engineering Journal*. 2014. P. 1-36.
15. State-of-the-art of anaerobic digestion technology for industrial wastewater treatment / K.V. Rajeshwari, M. Balakrishnan, A. Kansal et al. // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2000. Vol. 4. P. 135-156.
16. Al-Mutairi N.Z., Hamoda M.F., Al-Ghusain I. Coagulant selection and sludge conditioning in a slaughterhouse wastewater treatment plant // *Bioresource Technology*. 2004. Vol. 95. P. 115–119.
17. Очистка сточных вод мясоперерабатывающих предприятий / С.В. Степанов, Т.В. Соколова, Ю.Е. Сташок, А.С. Степанов // сборник статей «Традиции и инновации в строительстве и архитектуре», Самара, СГТУ, 2017. С. 259-262.
18. Slaughterhouse wastewater treatment by combined chemical coagulation and electrocoagulation process / E. Bazrafshan, F.K. Mostafapour, M. Farzadkia et al. // *PLoS ONE*. 2020. Vol. 7. No 6. P. 1-8.
19. Оковитая К.О. Совершенствование технологий очистки сточных вод мясоперерабатывающих предприятий // *Инновационная наука*. 2016. № 5-2 (17). С. 174-176.
20. Антонова Е.С. Интенсификация процесса очистки сточных вод пищевого комбината с использованием флотационной машины с эжекционной системой аэрации с диспергатором // *Научные труды КубГТУ*. 2017. № 7. С. 63-70.
21. Очистка сточных вод мясокомбината / Б.С. Ксенофонтов, Р.А. Таранов, А.С. Козодаев и др. // *Безопасность жизнедеятельности*. 2015. № 9. С. 23-26.
22. Электрофлотационная очистка сточных вод в сравнении с другими методами локальной очистки / Е.П. Евсеев, В.Э. Ненно, Ю.Н. Шалимов, П.Д. Захаров // *Российский Инженер*. 2016. № 2(2). С. 22-31.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Шайхиев Ильдар Гильманович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной экологии, Казанский национальный исследовательский технологический университет, 420015, г. Казань, ул. К. Маркса, 68, Россия

Email: ildars@inbox.ru

Свергузова Светлана Васильевна, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры промышленной экологии, Белгородский

государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (НИУ "БелГУ"), 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Email: pe@intbel.ru

Сапронова Жанна Ануаровна, доктор технических наук, доцент, заведующая кафедрой промышленной экологии, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (НИУ "БелГУ"), 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Email: pe@intbel.ru

Гафаров Решат Решатович, аспирант промышленной экологии, Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова (НИУ "БелГУ"), 308012, г. Белгород, ул. Костюкова, 46
Email: pe@intbel.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shaikhiev Ildar Gilmanovich, doctor of technical science, professor, head of department of engineering ecology, Kazan national research technological university, 420015, Tatarstan Republic, Kazan, K. Marx Str., 68.
Email: ildars@inbox.ru

Sverguzova Svetlana Vasilyevna, doctor of technical science, professor, professor of department of industrial ecology, Belgorod state technological university named after V.G. Shuhov, 308012, Belgorod, Kostukov Str., 46.
Email: pe@intbel.ru

Sapronova Zhanna Anuarovna, doctor of technical science, docent, head of department of industrial ecology, Belgorod state technological university named after V.G. Shuhov, 308012, Belgorod, Kostukov Str., 46.
Email: pe@intbel.ru

Gafarov Zhanna Anuarovna, doctor of technical science, professor, head of department of industrial ecology, Belgorod state technological university named after V.G. Shuhov, 308012, Belgorod, Kostukov Str., 46.
Email: pe@intbel.ru

Академический вестник ЭЛПИТ, том №8, №4(26)

Электронное периодическое издание научный журнал
"Академический вестник ЭЛПИТ"

Electronic periodical edition scientific journal "Academical bulletin
ELPIT"

Том №8 Номер №4(26)

Volume 8, Issue 4(26)

Учредитель: Общество с ограниченной ответственностью "Институт
химии и инженерной экологии"

Founder: Limited Liability Company "Institute of Chemistry and
Engineering Ecology"

Издательство «ELPIT»

Edition «ELPIT»

Почтовый адрес учредителя, издательства и редакции: 445017,
Самарская обл. г. Тольятти-17, а/я 740.

Post address of founder, edition and redaction: Samara region, Togliatti-
17, PO BOX 740, 445017, Russia

Адрес учредителя, издательства и редакции: 445017, Самарская обл.,
г. Тольятти, Молодёжный бульвар, д. 11-51.

Главный редактор А.В. Васильев, д.т.н., профессор

Свободная цена

Agreed price

Подписано к размещению на сайте журнала: 29.12.2023 г.