

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт химии и энергетики

(наименование института полностью)

Кафедра «Химическая технология и ресурсосбережение»

(наименование)

18.03.02 «Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

«Рациональное природопользование, рециклинг и утилизация отходов»

(направленность (профиль) / специальность)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Оптимизация технологии водоподготовки для питьевого водоснабжения г. Нижнекамска на АО «Нижнекамскнефтехим»

Обучающийся

Е.А. Кичигин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.б.н., доцент, Е.П. Романова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2023



Росдистант

ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ ДИСТАНЦИОННО

Аннотация

Выпускная квалификационная работа на тему «Оптимизация технологии водоподготовки для питьевого водоснабжения г. Нижнекамска на АО «Нижнекамскнефтехим»».

Год защиты: 2023.

Направление подготовки: 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Студент группы: ЭРТбд-1801а Кичигин Е.А.

Руководитель: к.т.н., доцент кафедры химической технологии и ресурсосбережения Романова Е.П.

Пояснительная записка выпускной квалификационной работы состоит из введения, аналитического обзора литературных источников, технологической и расчетной частей, заключения, списка литературы и приложений.

Общий объем работы составляет 76 страниц. Работа содержит 12 рисунков и 10 таблиц. Список литературы включает 30 наименований.

Ключевые слова: ВОДОПОДГОТОВКА, ПИТЬЕВОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ, ОПТИМИЗАЦИЯ.

Объект исследования: вода из реки Кама.

Предмет ВКР: оптимизация технологии водоподготовки для питьевого водоснабжения.

Характер ВКР: прикладная научно-исследовательская работа.

Цель ВКР: совершенствование существующих технологий водоподготовки для питьевого водоснабжения.

Методы исследования: аналитические и расчетные методы, определение показателей качества воды согласно ГОСТ Р 57164 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [6].

Полученные результаты: используя результаты анализа научной, научно-технической и патентной литературы предложено усовершенствование в

конструкции оборудования водоподготовки, нивелирующие выявленные недостатки.

Новизна: определены свойства и состав сорбентов, которые обеспечивают максимальную эффективность очистки воды.

Область применения: промышленная водоподготовка для питьевого водоснабжения.

Возможность практической реализации: результаты ВКР могут быть использованы в работе по усовершенствованию сорбционной способности угольных фильтров.

Содержание

Введение.....	6
1 Теоретическая часть.....	8
1.1 Общие сведения об АО «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим»	8
1.2 Сточные воды и их характеристика	9
1.3 Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод.....	12
1.4 Регламентирующие документы в области очистки сточных вод и водоподготовки	13
1.5 Технологические основы очистки сточных вод	16
1.6 Методы очистки сточных вод.....	18
1.6.1 Механические методы очистки	18
1.6.1.1 Решетки	19
1.6.1.2 Песколовки	20
1.6.1.3 Первичные отстойники.....	21
1.6.2 Химические методы очистки	23
1.6.2.1 Нейтрализация сточных вод	23
1.6.2.2 Окисление и восстановление сточных вод.....	23
1.6.3 Физико-химические методы очистки	24
1.6.3.1 Коагуляция и флокуляция	24
1.6.3.2 Сорбция.....	25
1.6.3.3 Ионный обмен	27
1.6.4 Биологические методы очистки	28
1.7 Общие сведения о проведении процесса водоподготовки на АО «СОВ- НКНХ».....	30
1.8 Предложения по совершенствованию конструкции фильтрующего оборудования	31
2 Технологическая часть	35
2.1 Технологическая схема водоподготовки и ее описание	35
2.2 Основное технологическое оборудование	37
2.2.1 Конструкция УФ-установок.....	37
2.2.2 Горизонтальный отстойник	40
2.2.3 Установки коагуляции и флокуляции.....	41

2.2.4 Скорые фильтры.....	42
2.2.5 Насосная станция	44
2.2.6 Конструкция угольного фильтра.....	45
3 Практическая часть.....	48
3.1 Объекты исследования.....	48
3.2 Методы исследования	48
3.3 Сущность методов анализа	48
3.4 Средства измерений и вспомогательное оборудование.....	48
3.5 Определение органолептических показателей	49
3.5.1 Отбор проб	49
3.5.2 Определение запаха при 20°С	49
3.5.3 Определение запаха при 60°С	50
3.5.4 Оценка интенсивности запаха.....	50
3.5.5 Определение привкуса.....	51
3.5.6 Оценка интенсивности привкуса	51
3.6 Результаты органолептического анализа.....	51
3.7 Расчет эффективности очистки воды из реки Кама для каждого типа оборудования	52
4 Расчетная часть.....	54
4.1 Расчет материального баланса угольного фильтра	54
4.2 Анализ преимуществ предложенной оптимизации.....	56
Заключение	58
Список используемой литературы и используемых источников.....	59
Приложение А Патент на изобретение	63
Приложение Б Патент на полезную модель	65
Приложение В Технологическая схема водоподготовки.....	67
Приложение Г Таблица исследований (испытаний) лаборатории «СОВ- НКНХ».....	68
Приложение Д Отчет с эффективностью очистки лаборатории «СОВ-НКНХ»	72

Введение

Вода составляет 60-75% массы тела человека. Человек может прожить месяц без еды, но не проживет и трех дней без воды. Более того, вода необходима всем формам жизни на этой планете, от млекопитающих до микроорганизмов.

Вода открытых источников различного происхождения содержит широкий спектр примесей. Качественный аспект и концентрация этих веществ зависят от их источника. Загрязнители обычно подразделяют на минеральные, органические и биологические. К распространенным примесям относятся сложные органические соединения, богатые азотом и фосфором, минеральные масла, кислоты, щелочи и их соли, а также патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, грибки и простейшие). Помимо этого, к загрязняющим факторам относятся органические и неорганические пестициды, лакокрасочные материалы, нефтепродукты, микропластик, радиоактивные вещества и многое другое.

По происхождению воды принято подразделять на бытовые, производственные и атмосферные, каждый из которых имеет свою качественную и количественную специфику примесей. Стоит отметить, что в действительности наиболее точным будет понятие «городские сточные воды», представляющие собой смесь перечисленных групп, поскольку в чистом виде бытовых вод не бывает.

Таким образом, несомненную важность для существования жизни представляет не просто вода, а чистая вода. Следовательно, остро стоит необходимость ее очистки и санитарно-гигиенического контроля за показателями качества.

Очистка и анализ качества воды – важные составляющие природоохранных мероприятий в любом государстве. Лабораторные испытания проводятся для сохранения благоприятной экологической

обстановки на планете, как вклад в безопасность жизни и здоровья ее обитателей – от человека до флоры, фауны, хранилищ питьевой воды, сельскохозяйственных угодий, почв и чистоты воздушной среды. Из этого следует, что оптимизация процессов очистки сточных вод носит высокую актуальность, и тем более сегодня, с бурным ростом населения, городов и инфраструктуры.

Цель настоящей работы заключается в совершенствовании существующих технологий водоподготовки для питьевого водоснабжения.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- провести литературный обзор методов водоподготовки;
- выполнить теоретический анализ существующих и перспективных энерго- и ресурсосберегающих способов проведения процесса очистки;
- используя результаты анализа научной, научно-технической и патентной литературы предложить изменения в технологической схеме или в конструкции оборудования, нивелирующие выявленные недостатки;
- привести и описать технологическую схему водоподготовки;
- выполнить органолептические методы исследования проб воды;
- произвести расчет эффективности очистки воды для различных типов оборудования;
- произвести расчет материального баланса;
- составить выводы по результатам проведенной работы о возможности и целесообразности предложенной оптимизации.

1 Теоретическая часть

1.1 Общие сведения об АО «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим»

Основой для реализации ключевого городского проекта – строительства станции очистки воды – являлось постановление Кабинета Министров РТ № 32, принятое 28 января 1999 года. В соответствии с этим решением, финансирование проекта предполагалось осуществлять по схеме партнерства: бюджет РТ внесет 40% от общей суммы, оставшиеся средства будут вложены предприятиями и организациями Нижнекамска. ОАО «Нижнекамскнефтехим» выступает в роли заказчика проекта.

Проектная мощность на 2002 год составляла 125 тыс. м³/сут., полная мощность – 140 тыс. м³/сут. К концу 2006 года в строительство станции было вложено почти 400 млн. руб. В 2007 году основным инвестором стало ОАО «Нижнекамскнефтехим». Управление работами на объекте было возложено на управление водоснабжения, канализации и очистки сточных вод предприятия [1].

АО «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим» занимается забором и очисткой воды для различных целей – как для питьевых нужд, так и для промышленных. Организация имеет хорошую финансовую устойчивость и способна своевременно выполнять свои платежные обязательства. Она является поставщиком в четырех государственных контрактах на общую сумму 436 992 303 руб. Это означает, что организация предоставляет свои услуги (поставки) государственным учреждениям по определенным условиям и ценам. Кроме того, АО «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим» также является заказчиком в 380 государственных контрактах на общую сумму 802 174 555 руб. Это означает, что организация

также выступает в роли заказчика, заключая контракты с другими компаниями или организациями [2].



Рисунок 1 – АО «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим»

1.2 Сточные воды и их характеристика

Системы водоотвода играют важную роль в поддержании чистоты окружающей среды и предотвращают негативное воздействие сточных вод на природу и человеческое здоровье. Они осуществляют сбор, транспортировку и очистку сточных вод, после чего вода может быть повторно использована или сброшена в природную среду без негативных последствий.

Строительство водоотводящих систем включает в себя прокладку труб и канализационных коллекторов, установку насосных станций, строительство очистных сооружений и других элементов, необходимых для эффективной работы системы.

Обеспечение нормальных жилищно-бытовых условий населения относится к одной из главных задач городского планирования и развития.

Наличие надежной системы водоотвода позволяет предотвратить разливы и затопления, обеспечить надлежащую гигиену и комфортные условия проживания.

Кроме того, системы водоотвода способствуют сохранению природных ресурсов и биоразнообразия. Они предотвращают загрязнение рек, озер и других водоемов, и улучшают качество воды, возвращаемой в окружающую среду после очистки.

В целом, строительство водоотводящих систем является неотъемлемой частью устойчивого развития городов и населенных мест, обеспечивая жителям надлежащие условия жизни и способствуя сохранению природы для будущих поколений.

Сточные воды характеризуются по физическому, химическому и биологическому составу. В зависимости от уровня загрязнения, а также предъявляемых норм и требований, будет использоваться физико-химическая, химическая и/или биологическая очистка. В большинстве случаев три обработки объединяются для получения воды наилучшего качества.

Характеристики сточных вод значительно различаются в зависимости от отрасли. Таким образом, конкретные характеристики будут определять методы очистки, которые, в свою очередь, будут использоваться для удовлетворения требований по сбросам.

Следует отметить, что из-за большого количества загрязняющих веществ характеристики каждого вещества обычно не учитываются. Материалы с аналогичными последствиями загрязнения группируются в классы загрязнителей или характерные классы.

Физические параметры сточных вод:

1. Цвет: сточные воды обычно имеют коричневый и желтоватый цвет, но со временем становятся более темными.

2. Взвешенные дисперсные вещества: это нерастворимые твердые частицы, взвешенные в жидкости и видимые невооруженным глазом.
3. Температура: для сточных вод она коррелирует с температурой наружного воздуха, но при этом она теплее.
4. Мутность: из-за взвешенных веществ сточные воды имеют высокую мутность.

Химические характеристики сточных вод:

1. Химическая потребность в кислороде (ХПК): это мера количества органических веществ, основанная на кислороде, который участвует в процессах окисления этих веществ.
2. Азот: измеряется в различных формах – нитрит, нитрат, аммиак и органический азот (то есть количество азота, присутствующего в органических соединениях).
3. Фосфор: обычно измеряется в минеральной и органической форме, общий фосфор.
4. Сульфаты (SO_4^{2-}) и хлор (Cl^-).
5. Тяжелые металлы и другое.

Загрязнения сточных вод можно классифицировать на органические (растительного и животного происхождения), минеральные (песок, глина, щелочи, кислоты, их соли и другое) и биологические (микроорганизмы, в том числе болезнетворные):

При отведении представленных сточных вод в открытые водоемы следует проводить комплексную глубокую очистку, так как они содержат разнообразные загрязнения в количествах, значительно превышающих установленные нормы [14, 29].

1.3 Санитарно-химические показатели загрязнения сточных вод

Нормативно-правовые акты, связанные с безопасностью стоков, были разработаны научно-исследовательским институтом экологии человека и окружающей среды. В соответствии с требованиями СанПин 2.1.5.980-00 [22] пользователи водных ресурсов не имеют права сбрасывать производственные, хозяйственно-бытовые и поверхностно-ливневые сточные воды, которые включают в свой состав определенные химические, физические и биологические включения. В качестве таких загрязнителей выступают различные опасные биологические агенты вирусного, бактериального и паразитарного происхождения. Например, общих колиформных бактерий КОЕ/100 мл должно быть менее 500. Также сюда входит широкий перечень соединений с высоким уровнем токсикометрических показателей, ПДК которых указывает на их отсутствие в пробах. Следует отметить и те химические вещества, у которых на сегодняшний день пока еще нет утвержденных допустимых концентраций, которые не получили практическую реализацию способов и алгоритмов их обнаружения и идентификации в анализируемых образцах воды.

Перечень нормируемых величин, предъявляемых к сточным водам, представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Нормируемые санитарно-химические показатели качества воды

Показатели качества	ПДК, допуски, примечания
Взвешенные вещества, мг/дм ³	В процессе сброса стоков концентрация установлена не выше природного фона: 0,25 – вода для питья, быта, работы пищевых производств; 0,75 – в черте населенных пунктов и для рекреации
Нерастворимые примеси	На поверхности не должно быть жиров, масел, пятен от нефтепродуктов, механических примесей и другого

Продолжение таблицы 1

Окраска	Прозрачная, зрительно цвет никак не определяется в столбике длиной 10-20 см в зависимости от цели использования воды
Запах	Не выше показателя в 2 балла
Температура, °С	В летний период времени не возрастает свыше чем на 3°С в сравнении с среднестатистической метеосводкой за последние 10 лет
Водородный показатель, единиц рН	6,5-8,5
Общая минерализация, мг/дм ³ , не более	1000
Хлориды мг/дм ³ , не более	350
Сульфаты мг/дм ³ , не более	500
Растворенный кислород, мг/дм ³ , не менее	4
Биохимическое потребление кислорода (БПК ₅), мгО ₂ /дм ³ при температуре 20°С, не более	2 – питьевое и хозяйственное назначение 4 – рекреационные нужды
Химическое потребление кислорода (ХПК или бихроматная окисляемость), мгО ₂ /дм ³ при температуре 20°С, не более	15 – питьевое и хозяйственное назначение 30 – рекреационные нужды
Химические вещества, не более	ПДК (ОДУ)
Возбудители кишечных инфекций	Отсутствие
Жизнеспособные яйца различных гельминтов, онкосферы тениид и жизнеспособные цисты патогенных кишечных простейших	Отсутствие в 25 мл
Термотолерантные колиформные бактерии, КОЕ/100 мл, не более	100
Общие колиформные бактерии, КОЕ/100 мл, не более	1000 – вода для питьевых и хозяйственных нужд 500 – рекреационные участки
Колифаги, БОЕ/100 мл, не более	10
Суммарная объемная активность радионуклидов при совместном присутствии	$SUM (A_i / Y_{Bi}) \leq 1$

1.4 Регламентирующие документы в области очистки сточных вод и водоподготовки

Основные нормативные регламенты в области очистки сточных вод построены в иерархическом порядке важности. К самым главным относятся Федеральные законы РФ, которые являются документами 1-го уровня «обязательными к выполнению»:

1. ФЗ «Водный кодекс Российской Федерации» [25].
2. ФЗ «Об охране окружающей среды» [26].
3. ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» [27].
4. ФЗ «Об экологической экспертизе» [28].
5. Приказ Министерства сельского хозяйства «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ» [19].

Законодательные рекомендации в сфере санитарных норм и правил занимают второе по значимости место. Они наделены статусом обязательного исполнения для всех юридических лиц, к ним относятся:

1. «СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод»[22].
2. СанПиН 2.1.7.573-96 «Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения».
3. СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления».

Сверх того, могут соблюдаться национальные и межгосударственные стандарты (согласно документу «О стандартизации» от 29.06.2015 г. № 162-ФЗ они имеют только рекомендательный характер), которые созданы для проведения анализов питьевой воды, но вместе с тем могут использоваться и в области исследования сточных вод. Данные по ним представлены в таблице 2:

Таблица 2 – Национальные и межгосударственные стандарты по очистке сточных вод

Обозначение НД	Наименование НД
NF EN 16323-2014	Глоссарий технических терминов по сточным водам
ГОСТ Р 54496-2011 (ИСО 8692:2004)	Вода. Определение токсичности с использованием зеленых пресноводных одноклеточных водорослей
ГОСТ 31940-2012	Вода питьевая. Методы определения содержания сульфатов
ГОСТ 4245-72	Методы определения содержания хлоридов
ГОСТ 31954-2012	Вода питьевая. Методы определения жесткости
ГОСТ 31957-2012	Вода. Методы определения щелочности и массовой концентрации карбонатов и гидрокарбонатов

Продолжение таблицы 2

ГОСТ 31953-2012	Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии
ГОСТ 18165-2014	Вода. Методы определения содержания алюминия
ГОСТ 31956-2012 (ISO 9174:1998, ISO 11083:1994, ISO 18412:2005)	Вода. Методы определения содержания хрома (VI) и общего хрома
ГОСТ Р 55227-2012	Вода. Методы определения содержания формальдегида
ГОСТ Р 57164-2016	Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности
ГОСТ 33045-2014	Вода. Методы определения азотсодержащих веществ
ГОСТ Р 56219-2014 (ИСО 17294-2:2003)	Вода. Определение содержания 62 элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой
ГОСТ 31960-2012 (ISO 10253:2006)	Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей <i>Phaeodactylum tricorutum Bohlin</i> и <i>Skeletonema costatum (Greville) Cleve</i>
ГОСТ 27384-2002	Вода. Нормы погрешности измерений показателей состава и свойств

В осуществлении лабораторного контроля стоков активно применяются специализированные методики, например, такие как ПНД Ф, что расшифровывается как «Природоохранные Нормативные Документы Федеративные». Эти профессиональные руководства были созданы и приведены в действие для ведения аналитического наблюдения и проверки за химической составляющей загрязнений, что, следует отметить, и является их главной целью. Данные по ним представлены в таблице 3:

Таблица 3 – Позиции в списке ПНД Ф для исследования сточных вод

Обозначение НД	Определяемый показатель
ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	рН (водородный показатель)
ПНД Ф 14.1:2:4.154-99	Перманганатная окисляемость
ПНД Ф 14.1:2:3.101-97	Растворенный кислород
ПНД Ф 14.1:2:4.262-10	Ионы аммония
ПНД Ф 14.1:2:4.114-97	Сухой остаток
ПНД Ф 14.1:2:4.50-96	Железо общее
ПНД Ф 14.1:2.61-96	Марганец
ПНД Ф 14.1:2:4.52-96	Хром общий
ПНД Ф 14.1:2:3.110-97	Взвешенные вещества
ПНД Ф 14.1:2:4.128-98	Нефтепродукты
ПНД Ф 14.1:2:3.96-97	Хлорид-ионы
ПНД Ф 14.1:2:4.3-95	Нитрит-ионы

Продолжение таблицы 3

ПНД Ф 14.1:2:4.4-95	Нитрат-ионы
ПНД Ф 14.1:2.109-97	Сероводород и сульфиды (суммарно в пересчете на сероводород)
ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97	БПК (биохимическое потребление кислорода)
ПНД Ф 14.1:2:3.100-97	ХПК (химическое потребление кислорода)
ПНД Ф 14.1:2:4.158-00	АПАВ (анионные поверхностно-активные вещества)
ПНД Ф 14.1:2:4.194-03	НПАВ (неионогенные поверхностно-активные вещества)
ПНД Ф 14.1:2.104-97	Летучие фенолы (суммарно)
ПНД Ф 14.1:2.122-97	Жиры

1.5 Технологические основы очистки сточных вод

За последние десятилетия экологические проблемы, связанные с химическим и биологическим загрязнением воды, стали предметом серьезной озабоченности общества, государственных учреждений и промышленного сектора.

Большинство бытовых и промышленных предприятий вырабатывают сточные воды, которые содержат вредные и нежелательные загрязнители. Исходя из этого, остро стоит необходимость прилагать постоянные усилия по охране водных ресурсов для обеспечения доступности качественной питьевой воды.

Для удаления нерастворимых частиц и растворимых загрязнителей из сточных вод и вод открытых источников, могут использоваться различные технологии очистки: механические, химические, физико-химические, биологические и комбинированные методы, имеющие свою специфику применения, преимущества и недостатки.

Поскольку очистка и повторное использование вод различных источников связаны со здоровьем населения, методы и подходы к их осуществлению чрезвычайно важны. Наличие патогенных организмов и вредных веществ в сточных водах могут сопровождаться негативными последствиями для здоровья человека, флоры, фауны и окружающей среды в целом.

Очистка сточных вод – это экологически чистый процесс, поскольку он защищает экосистему, на выходе получает очищенный продукт, а загрязняющие вещества утилизирует более биологически безопасными способами. Также следует отметить возможность перерабатывать неиспользованные продукты в полезные материалы для вторичного использования, возможность экстрагирования ценных веществ.

Качественные и количественные характеристики, отражающие состав сточных вод, дают возможность подобрать определенные способы и технологические подходы к осуществлению очистки воды. Для очистных станций важнейшими задачами санитарно-химического анализа являются контроль за процессами очистки и оценка эффективности работы каждого сооружения [29].

1.6 Методы очистки сточных вод

Поскольку в водах, поступающих на очистку, содержатся значительные концентрации примесей в растворенном и нерастворенном состоянии, единых для всех способов и подходов очистки нет, по этой причине, как правило, применяют несколько подходов одновременно.

На станциях систем водоочистки широко используются физико-химические, химические, биологические, механические и комбинированные технологии. Процедуры первичной, вторичной и третичной очистки составляют обычную установку очистки сточных вод.

Первичные процессы состоят из просеивания, фильтрации, центрифугирования, осаждения, коагуляции и флотации. Биологическая обработка, которая может быть аэробной или анаэробной, является наиболее распространенной вторичной процедурой, в то время как окисление, осаждение, обратный осмос, электролиз и электродиализ являются примерами третичной обработки.

Передовые процессы окисления, ионный обмен, ультра- и нанофильтрация, адсорбция, биосорбция и усовершенствованная биологическая очистка с использованием водорослей, бактерий и грибов – все это новые методы очистки, которые обеспечивают здоровую и эффективную очистку воды [12].

1.6.1 Механические методы очистки

Механические методы применяются с целью предварительной очистки воды, которая подается на специализированные сооружения очистки.

Первым этапом очистки является просеивание. На этой стадии удаляются твердые крупные отходы, такие как дерево, бумага, волокна, листья, пластик, ткани, а также грубодисперсные примеси и взвешенные вещества различного состава. Для их удаления часто используют такие

конструкции, как сита, размер пор которых определяется размером частиц в очищаемых водах.

В процессе фильтрации загрязненная вода проходит через сорбирующие материалы различного состава, такие как уголь, зола, шлак, опилки и другое. Фильтры используются для удаления взвешенных частиц, масел, микроорганизмов и других загрязнений.

Для удаления взвешенных неколлоидальных частиц проводится центробежная сепарация, где загрязненные вещества отделяются под действием центробежных сил, создаваемых в установке.

Таким образом, при осуществлении процесса механической очистки воды используются различные сооружения: решетки, первичные отстойники, песколовки, септики и фильтры, осуществляющие процессы процеживания, отстаивания и фильтрации [12, 8].

1.6.1.1 Решетки

Чтобы удалить из очищаемых вод крупный мусор (например, текстиль, волокнистые материалы, пластик, стекло, полиэтилен, резину и другое), применяется широкий перечень механизмов, к которым относятся: стержневые решетки с ручной и механизированной очисткой прутьев, ступенчатые, грабельные, конвейерные и барабанные решетки, ротационные диски, ротационные барабаны, центрифуги и другое.

Течение воды, подаваемое на очистные механизмы, имеет определенные скоростные ограничения потока. Так, скорость воды перед решеткой не должна быть свыше 0,4 м/сек (иначе на дне начнется агрегация крупных загрязнителей минерального происхождения), а между решеткой с интенсивностью движения, не превышающего 1 м/сек, чтобы свести к минимуму возможность уноса мусора с решетки в водный поток [8].

Часто на очистных станциях используют решетки грабельного типа. Принцип работы заключается в том, что собранные отходы обезвоживаются и поднимаются вдоль прутьев грабельной решетки. Когда отходы подняты,

уровень воды возрастает, и грабель решетки перекидывает отходы через выпуск. Затем грабель возвращается вниз в исходную позицию [30].

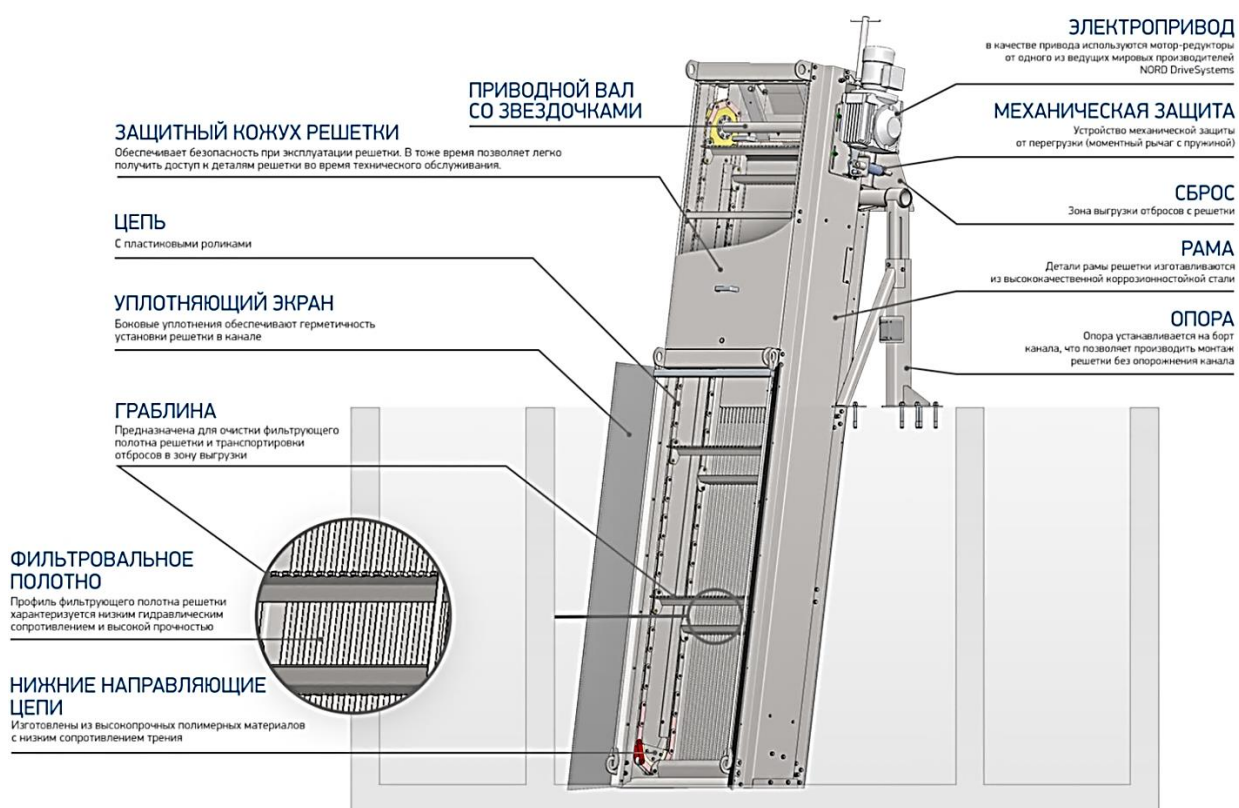


Рисунок 2 – Устройство механизированной грабельной решетки [7]

1.6.1.2 Песколовки

В процессе очистки сточных вод от крупногабаритного мусора, в том числе находящегося на поверхности вод, с помощью решеток, очищаемая вода направляется в песколовки, предназначенные для очищения загрязненной воды от тяжелых минеральных частиц размером от 0,09 мм (грунт, гравий, уголь, песок и другие).

«Песколовки защищают оборудование, насосы, механизмы и бетонные сооружения от абразивного воздействия песка»[5]. Если его плохо удалить, он начинает накапливаться во влажном осадке первичных отстойников, что делает затруднительным его перемещение и, таким образом, увеличивает траты электроэнергии при его передвижении по трубопроводам очистных станций.

Анализ процентного состава различных фракций песка в подаваемых на очистные сооружения сточных водах практически никогда не выполняется. Однако если его провести, то можно легко убедиться, что именно мелкие фракции песка составляют значительную долю в общей массе, а, следовательно, их необходимо удалять в песколовках [8].

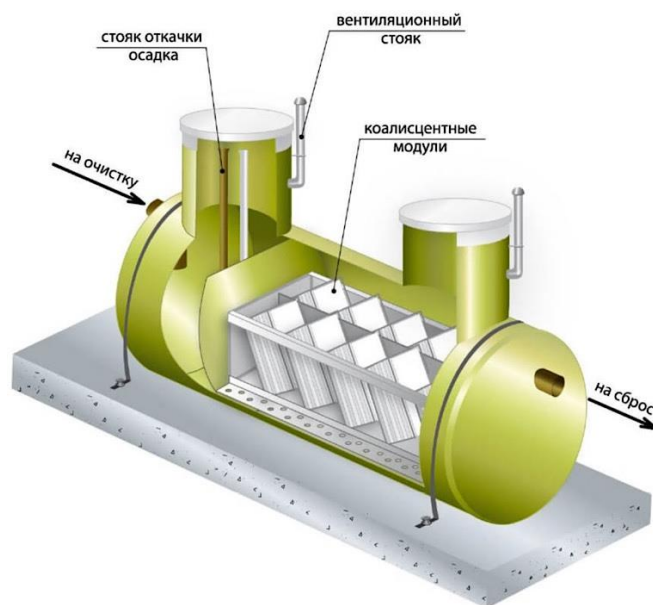


Рисунок 3 – Устройство песколовки промышленного назначения [18]

Принцип работы песколовки базируется на действии силы тяжести частиц, в процессе которого частицы с большей массой оседают, а с меньшей двигаются дальше. Скорость водяного потока имеет определенные границы: от 0,15 до 0,3 м/сек [18].

1.6.1.3 Первичные отстойники

Резервуары для первичного отстаивания выполняют функцию снижения скорости потока очищаемых вод, позволяя оседать более тяжелым твердым веществам под действием гравитационной силы (так называемый серый ил) и всплывать более легким веществам под действием силы архимедовой.

Процесс первичного отстаивания является первым этапом обработки после удаления ветоши и песка во впускных отверстиях. Скребки,

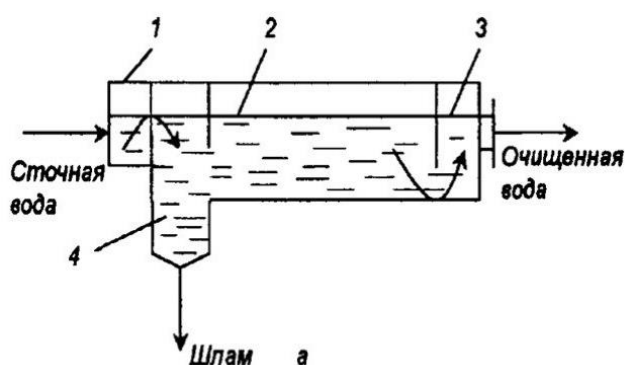
имеющиеся в резервуаре, непрерывно перемещаются по его дну, чтобы переместить осадок в бункеры для удаления.

Неочищенный отстоявшийся осадок удаляется с помощью насосов или направляется самотеком для дальнейшей обработки. На этом этапе может быть достигнуто примерно 60% эффективности удаления взвешенных веществ.

Супернатант по-прежнему будет содержать относительно высокие концентрации взвешенных веществ, которые в большинстве случаев будут направлены на ту или иную форму вторичной обработки.

На сооружениях очистки сточных вод используются преимущественно следующие 4-е типа отстойников: горизонтальные, вертикальные, радиальные, и двухъярусные.

Отстойники первого типа, то есть горизонтальные, активно применяются на станциях очистки воды высокой производительности, значительно реже их используют на станциях низкой производительности. Их советуют использовать для удаления взвешенных веществ в очищаемой воде, в процессе чего ее тон становится светлее, объемом свыше 15 тыс. м³/сут [8].



1 – входной лоток; 2 – отстойная камера; 3 – выходной лоток; 4 – приямок

Рисунок 4 – Устройство горизонтального отстойника: [8]

1.6.2 Химические методы очистки

Химическая очистка осуществляется посредством отделения загрязнений из сточных вод с помощью определенных реагентов. Они являются средством протекания химических реакций, таких как окисление, восстановление или нейтрализация. В результате проведения процесса очистки загрязняющие вещества либо переходят в состав отложений на дне резервуара, либо превращаются в низкомолекулярные летучие соединения [12].

1.6.2.1 Нейтрализация сточных вод

Нейтрализация используется для обработки очищаемых вод, в процессе чего задействуются реагенты с разным значением pH: кислоты и щелочи.

Существует 4-е способа нейтрализации:

- двухстороннее нейтрализующее действие щелочных и кислых стоков;
- использование в качестве реагентов как гашеной, так и негашеной извести, а также кальцинированную соду. Для проведения процесса нейтрализации часто применяется 5% раствор извести или известь в сухом сыпучем виде;
- фильтрация стоков с низким значением pH посредством различных нейтрализующих материалов, таких как известняк, мел и другое;
- использование для проведения процесса нейтрализации щелочных стоков отходящих газов, которые включают в свой состав CO_2 , SO_2 , NO_2 и другие кислые газы, способствует одновременно как проведению процесса нейтрализации, так и качественной очистки этих газов от токсичных соединений [24].

1.6.2.2 Окисление и восстановление сточных вод

Химическое окисление очищаемой воды, используемое для обеззараживания, осуществляется путем превращения загрязняющих веществ

в безопасные продукты, такие как, например, CO_2 , H_2O и различные неорганические соединения.

Одним из самых популярных и широко используемых подходов является хлорирование, которое позволяет устранить такие включения, как $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$, цианиды (CN^-), H_2S и прочие токсичные включения стоков, а сверх того, позволяет уменьшить загрязнения биологического происхождения.

В роли окислителей активно применяют Cl и его производные (хлорная известь $\text{Ca}(\text{OCl})_2 \cdot \text{CaCl}_2 \cdot \text{Ca}(\text{OH})_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ и NaClO), а вместе с тем озон (O_3), который, не смотря на высокую стоимость, является наиболее действенным средством обеззараживания сточных вод.

Вместе с этим, чтобы удалить из стоков соединения металлов (например, Hg , Cr , As , Cu и другие), NO_2^- , NO_3^- , SO_4^{2-} и прочие включения, используются разные способы проведения процесса восстановления очищаемых вод. Эти способы носят специфический характер в зависимости от типа выделяемого соединения, в процессе используются специальные восстановители. На сегодняшний день доступно большое количество методов восстановления [24].

1.6.3 Физико-химические методы очистки

Физико-химическая очистка позволяет устранить как твердые взвешенные частицы, так и растворенные примеси в очищаемых водах.

К ведущим методам относятся: сорбция, флокуляция, коагуляция, фильтрация и ионный обмен [15, 23].

1.6.3.1 Коагуляция и флокуляция

Коагуляция – химический процесс, который осуществляет дестабилизацию частиц в составе очищаемых вод таким образом, что они агрегируются, увеличиваясь в размерах.

В качестве химических коагулянтов используют преимущественно AlCl_3 , FeSO_4 и FeCl_2 , а также $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, MgSO_4 и определенные химические продукты переработки предприятий.

Мелкие твердые частицы, диспергированные в очищаемых водах, несут отрицательные электрические поверхностные заряды (в их нормальном стабильном состоянии), которые препятствуют образованию больших групп и оседанию.

Химическая коагуляция дестабилизирует эти частицы путем введения в среду положительно-заряженных коагулянтов, которые призваны уменьшить отрицательный заряд этих частиц. Как только заряд уменьшается, частицы образуют более крупные агрегаты.

С целью увеличения эффективности и скорости получения хлопьевидного осадка гидроксидов алюминия и железа, и снижения потребления коагулянтов, применяют соединения, которые называют флокулянтами. В этом случае, в смесь вводят анионный флокулянт (полиакриламид, крахмал, диоксид кремния и другое).

Поскольку флокулянт вступает в реакцию с положительно-заряженными частицами, он либо нейтрализует их группы, либо создает мостики между ними, объединяя частицы в более крупные агрегаты.

После того, как были образованы более крупные группы частиц, можно переходить к применению следующих методов, направленных на осаждение для удаления их из смеси [15, 23].

1.6.3.2 Сорбция

Сорбция – это процесс, в процессе которого в твердое тело или же жидкость поступают вещества из окружающей среды, то есть происходит процесс поглощения.

Сейчас адсорбция (процесс поглощения поверхностью) относится к более встречающимся способам очистки. Например, данный способ активно применяется для устранения и рекуперации тяжелых металлов из стоков, даже если их концентрации очень малы. Как следствие, адсорбция находится практичным и простым процессом, и используется при проведении процесса очистки стоков более широко, нежели другие способы и подходы.

Методы адсорбции имеют несколько параметров для определения их эффективности, таких как рН, доза адсорбента, температура и время контакта.

Определение исходного значения рН имеет важное значение для повышения эффективности удаления загрязняющих веществ. В слабокислой среде происходит адсорбция, как правило, в порах сорбирующего материала, а в кислой – на его поверхности.

Доза адсорбента является одним из наиболее важных параметров при осуществлении процесса адсорбции. Увеличение дозы адсорбента способствует увеличению способности к удалению загрязняющих веществ из очищаемых вод за счет большей площади поверхности и более активных участков адсорбента.

Температура также является важным параметром. С ее увеличением скорость реакции взаимодействия загрязняющих соединений с сорбентом увеличивается, а при понижении температуры – снижается.

Адсорбционная способность может быть скорректирована временем контакта. Дело в том, что процессу адсорбции требуется определенное время для достижения равновесия, которое является временем завершения адсорбции.

В роли сорбирующего материала используют разные пористые материалы синтетического и натурального происхождения, это: активированный уголь, цеолиты, зола, шлак, торф и другое.

Установлено, что к сорбентам с высоким уровнем эффективности относятся активированные угли, насчитывающие разные марки. Их пористость варьируется в пределах 60-75%, а удельная площадь поверхности составляет 400-900 м²/г.

Угольный фильтр – это устройство для очистки воды, корпус которого изготовлен из металла и наполнен активированным углем. В фильтрации активированный уголь используют как сорбент для очистки воды, спиртов,

воздуха, нефтепродуктов. Есть 2 основных метода удаления примесей, с помощью которых активированный уголь осуществляет очистку: адсорбция и так называемое каталитическое окисление. Органические соединения извлекаются и задерживаются методом адсорбции, а окислители, хлор и хлорамины, удаляются методом каталитического окисления [15, 23].

1.6.3.3 Ионный обмен

Ионный обмен – это процесс, при котором ионы определенного вида в растворе заменяются ионами с аналогичным зарядом, но других видов, содержащиеся в ионообменной смоле. По сути, ионный обмен является сорбционным процессом и также может рассматриваться как обратимая химическая реакция.

Часто ионообменный процесс применяется для умягчения воды, то есть для удаления ионов «жесткости», таких как Ca^{2+} и Mg^{2+} , а также для извлечения ценных компонентов, например, тяжелых цветных металлов, и менее ценных, но опасных, таких как радиоактивные вещества, фосфор, ПАВ и другое.

Ионообменные смолы представляют собой либо природные неорганические цеолиты, либо синтетически-полученные органические смолы. Синтетические органические смолы являются преобладающим типом, используемым сегодня, поскольку их характеристики могут быть адаптированы к конкретным областям применения.

Органическая ионообменная смола состоит из органической или неорганической сетчатой структуры с присоединенными функциональными группами, способные обменивать свои ионы на ионы аналогичного заряда из окружающей среды.

Ионообменные смолы именуют катионными в том случае, если они обмениваются положительно заряженными ионами, и анионными, если они обмениваются отрицательно заряженными ионами. Катионообменные смолы имеют кислотные функциональные группы, тогда как анионообменные

смолы часто классифицируются по характеру функциональной группы на сильную кислоту, слабую кислоту, сильное основание и слабую щелочь. Сила кислотного или основного характера зависит от степени ионизации функциональных групп, аналогично ситуации с растворимыми кислотами или основаниями. Соответственно, смола с сульфокислотными группами действовала бы как сильная катионообменная смола.

Как и сильнокислотные смолы, смолы с сильным основанием обладают высокой степенью ионизации и могут применяться во всем диапазоне рН. Такие смолы находят практическое применение в форме гидроксида (ОН) для осуществления процесса деионизации воды. Они вступают в реакцию с анионами и могут превращать кислотный раствор в чистую нейтральную воду.

Смолы с слабым основанием подобны смолам с слабой кислотой в том смысле, что степень ионизации сильно зависит от рН. Следовательно, смолы на слабой основе обладают минимальной обменной способностью при рН выше 7,0. Эти смолы просто сорбируют сильные кислоты, они не могут расщеплять соли [15, 23].

1.6.4 Биологические методы очистки

На этом этапе происходит разрушение органических веществ с помощью простейших микроорганизмов и бактерий, минерализация воды, разрушение фосфорсодержащих соединений и азота органического происхождения.

Существуют различные методы биологической очистки, однако, ведущими являются использование активного ила (аэротенки), анаэробное брожение (метантенки) и биофильтры.

Конечное следствие такой очистки представляет удаление различных соединений в различном состоянии минерального и органического происхождения, в процессе чего вода становится светлее.

Аэротенки используются для добавления кислорода в воду (создания аэробных условий) и циркуляции воды с помощью пропеллеров. Кислород стимулирует рост и развитие микроорганизмов, которые питаются нетоксичными органическими загрязнителями, входящие в состав очищаемой воды, и преобразуют их в неорганические вещества. В результате этого процесса образуются скопления активного ила, которые свободно перемещаются в воде.

При осуществлении биологической очистки особое внимание следует уделять контролю за токсичными веществами в очищаемых водах, способных пагубно воздействовать на рост и развитие активного ила. Это является одним из основных недостатков использования методов биологической очистки.

Из аэрационных или циркуляционных резервуаров вода поступает во вторичный резервуар для очистки воды, и снова ее скорость движения замедляется, позволяя происходить процессу осаждения. Осадок оседает на дно и может быть механически удален со дна резервуара. Однако часть осадка не удаляется, а вместо этого подается обратно в циркуляционный резервуар, чтобы обеспечить наличие достаточного количества бактерий и микроорганизмов для поддержания жизнеспособности процесса биологической очистки [8].

Процесс анаэробного разложения субстрата издавна известен как процесс превращения органических соединений в вещество, известное как биогаз (главным образом смесь CH_4 и CO_2), который происходит под влиянием определенной группы микроорганизмов.

Разложение органических соединений в процессе метаногенеза осуществляется в 4-е стадии: все начинается с гидролиза, продолжается ферментацией, затем наступает процесс ацетогенеза и, наконец, метаногенеза.

Кроме того, в каждой фазе обладают активностью только определенные сообщества микроорганизмов, тем самым обеспечивая другие сообщества субстратом и оптимизируя условия среды [9].

1.7 Общие сведения о проведении процесса водоподготовки на АО «СОВ-НКНХ»

Вода, поступающая на «СОВ-НКНХ», забирается из реки Кама и от системы хозяйственного водоснабжения ОАО «Камаз» для дальнейшей очистки с доведением качества воды до требований СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» [21].

Полученная на сооружениях вода подается для хозяйственного водоснабжения в город, а также на промышленные предприятия, такие как Нижнекамскнефтехим, Нижнекамский Шинный Завод и другие промышленные предприятия.

Перед подачей воды в производство на очистку, согласно ГОСТ Р 57164 «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности» [6], производится проверка сырья по обязательным показателям.

По физическим свойствам проверка проходит на взвешенные вещества, цветность и температуру.

По химическим свойствам анализ обязательно проходит на щелочность, общую жесткость, кислотность, железо общее, аммонийные соли, хлориды, нитраты и нитриты [27].

Вода на СОВ-НКНХ, прежде чем попасть в квартиры, подвергается 5-и основным ступеням очистки: обработке высокоэффективным коагулянтом и флокулянтом, нахождению в отстойниках с тонкослойными модулями, а также проходит через фильтры, загруженные активированным углем марки

СКД-515. Последней стадией является обязательное обеззараживание в резервуарах чистой воды.

Обеззараживание в резервуарах проводится преимущественно с использованием хлора или других дезинфицирующих средств, например, озона. Это позволяет уничтожить бактерии, вирусы и другие микроорганизмы, которые могут находиться в воде, что предотвращает возможные заболевания среди потребителей. После этой стадии очистки вода считается пригодной для использования в хозяйственно-питьевых целях. Она подается через сеть водопровода в квартиры и предприятия города.

Таким образом, благодаря системе очистки на «СОВ-НКНХ», население города и промышленные предприятия получают качественную питьевую воду, соответствующую всем необходимым нормам и требованиям.

1.8 Предложения по совершенствованию конструкции фильтрующего оборудования

На сегодняшний день, при применении сорбционных технологий в процессах очистки сточных вод наблюдается активное использование разнообразных неуглеродных сорбентов (природных и искусственных), преимущества которых состоят в их высокой активности, эффективности и избирательной сорбции по отношению к различным загрязнителям [13].

Так, в материалах научных исследований, изложенных в патенте [17] (смотреть приложение А), авторами которого выступают Игнаткина Д.О., Войтюк А.А., Москвичева А.В., Москвичева Е.В., Геращенко А.А. из города Волгограда, предлагается использовать определенный гранулированный сорбент.

Согласно данному патенту, целлюлозосодержащие отходы табачного производства растительного происхождения в виде табачной пыли

смешивают с водной суспензией бентонитовой глины. Пластичную массу гранулируют. Гранулы подвергают химической обработке в растворе серной кислоты и термической обработке при температуре 300-750°C. Изобретение обеспечивает получение эффективного сорбента, пригодного для комплексной очистки сточных вод от широкого спектра загрязняющих веществ.

Технический результат, который может быть получен при использовании заявленного изобретения, заключается в обеспечении максимального фильтрующего и сорбирующего эффекта композитного сорбента за счет оптимального качественного и количественного подбора исходных компонентов.

Таблица 4 – Эффективность очистки воды

Показатели		Примеры		
		1	2	3
		Эффективность очистки, %		
Взвешенные вещества		45	76	69
Нефтепродукты		70	99	95
Фенол		68	98	96
Жиры		73	87	91
СПАВ		55	99	95
Катионы в коллоидно-растворимой форме	Zn ²⁺	88	83	62
	Cu ²⁺	87	90	59
Катионы в ионной форме	Fe _{общ}	95	92	72
	Cu ²⁺	97	94	58

Таким образом, предлагаемый сорбент и способ его получения позволяют создать качественно новый гранулированный сорбционно-фильтрующий композитный материал, который эффективно сорбирует как органические, так и неорганические загрязнители.

В последние годы российскими и зарубежными учеными активно создаются многоцелевые установки (электрофлотокорректор, электрофлотатор-фильтр, электрохимический фильтр, электродиализатор)

производительностью до $10 \text{ м}^3/\text{ч}$ [11] в технологии очистки сточных вод. Так, в материалах научных исследований, изложенных в патенте [16], предлагается конструкция комбинированного устройства – электролизера-адсорбера (смотреть приложение Б), сочетающего одновременно два процесса обработки воды: электрохимическое окисление и сорбцию [10].

Полезная модель относится к области очистки многокомпонентных промышленных сточных вод, загрязненных взвешенными веществами, эмульгированными жировыми компонентами, нефтепродуктами, ионами тяжелых металлов, коллоидно-диспергированными растворенными органическими соединениями и прочего, в частности к устройствам для физико-химической очистки и может быть использована на предприятиях нефтеперерабатывающей, машиностроительной, легкой, пищевой промышленности, а также для сточных вод близких по составу к указанным стокам, при их малых расходах и ограниченных производственных площадях, отведенных под очистные сооружения.

В настоящее время методы электрообработки получили развитие как эффективные и прогрессивные технологии в области очистки воды. Сооружения для очистки сточных вод указанными методами просты в эксплуатации, процесс обработки легко поддается управлению и автоматизации, и, кроме того, применение их позволяет без дополнительных затрат химических реагентов эффективно очищать производственные сточные воды, загрязненные одновременно органическими и неорганическими веществами.

Заявленное устройство для очистки многокомпонентных промышленных сточных вод иллюстрируется на примере очистки отработанной воды гальванического производства в количестве 1 м^3 , предварительно прошедшей механическую очистку.

Сточная вода характеризовалась следующими показателями:

– начальная концентрация тяжелых металлов – $350 \text{ мг}/\text{дм}^3$;

- нефтепродуктов – 35 мг/дм³;
- рН – 3,5;
- температура – 35°С.

Очищаемую жидкость сначала предварительно нейтрализовали раствором CaCO₃ до рН 7, а затем для интенсификации процесса электрохимической обработки воды добавляли раствор NaCl в количестве 2,5 г/м³ и пропускали через комбинированное устройство с перфорированными электродами из нержавеющей стали совмещенное с адсорбером. Плотность тока составляла 3,5 А/м². Скорость движения воды в устройстве не менее 0,3 м/ч. Заполнение адсорбера осуществлялось активированным углем марки АГ-3. Время работы устройства 2 часа. В результате на выходе из заявленного устройства показатели очищенной воды значительно улучшились:

- концентрация тяжелых металлов – 45 мг/дм³;
- нефтепродуктов – 20 мг/дм³;
- рН – 8,5;
- температура – 23°С.

Также заявленное устройство для очистки многокомпонентных промышленных сточных вод иллюстрируется на примерах очистки отработанной воды текстильного и табачно-махорочного производства, с которыми можно ознакомиться более подробно в патенте [16].

Таким образом, заявленные конструктивные особенности устройства обеспечивают при очистке многокомпонентных сточных вод с различной степенью загрязнения высокий эффект очистки по конкретным показателям, которые соответствуют требуемым нормативам.

2 Технологическая часть

2.1 Технологическая схема водоподготовки и ее описание

Состав оборудования, трубопроводов и сооружений для осуществления технологического процесса водоподготовки представлен в приложении В.

На начальном этапе вода подается на установку обеззараживания воды УФ-излучением (поз. 1) при длине волны 254 нм.

Затем речная вода после УФО установки, дополнительно обеззараженная первичным хлорированием (концентрация хлора 1-2 мг/л), подается на смесители бункерного типа (поз. 2А), где в очищаемую воду подаются такие реагенты, как сульфат алюминия ($Al_2(SO_4)_3$) или гидроксохлорид алюминия ($Al_n(OH)_{(3n-m)}Cl_m$) для коагуляции коллоидных частиц и полиакриламид ($(C_3H_5NO)_n$) для увеличения интенсивности процесса коагулирования. Смешение реагентов с водой происходит благодаря турбулентности восходящего потока [25].

На следующем этапе из смесителей очищаемая вода с включенными в ее состав реагентами перетекает в распределительный коллектор, который размещен в здании горизонтальных отстойников (поз. 2). Очищаемая вода сначала поступает в нижнюю часть камер хлопьеобразования по системе трубопроводов, сконструированных по принципу работы эжекторов, а затем переходит в тонкослойные блоки, расположенные над эжекторами, с помощью которых в поток обрабатываемой воды попадает наиболее хлопьевидная взвесь, образованная в камере и осевшая на ее дно. Из камеры хлопьеобразования поток воды, двигаясь горизонтально над блоками, поднимаясь снизу вверх через распределительную зону и зону сползающего осадка, поступает в тонкослойные элементы и в сборный карман, предназначенный для сбора осветленной воды из 6 отстойников. Осадок из зоны его накопления удаляется через перфорированные трубы после

достижения определенного уровня осадка в камере. Если мутность воды из отстойника больше допустимой нормы, то отстойник выключается из работы. После отстойника предусмотрены лабораторные пробы на остаточный алюминий.

Далее из сборных карманов очищаемая вода поступает в резервуары насосной станции (поз. 6) для ее перекачки после отстойников на промывку и контактные резервуары, где происходит озонирование (поз. 4), из которых затем поступает на скорые фильтры (поз. 5). Осветленная вода в фильтре проходит слой кварцевого песка, собирается через дренажную распределительную систему в коллектор, оттуда отвозится через насосную (поз. 7) на угольные фильтры (поз. 8), который представляет собой железобетонный резервуар, на дне которого расположен дренаж, который обеспечивает равномерный отвод воды и равномерное ее распределение.

С целью обеззаразить фильтрованную воду применяется хлорная вода, которая подается в трубопровод фильтрованной воды перед резервуаром хозяйственной воды (поз. 9). Концентрация хлорной воды 2-3 мг/л [1].

Для хранения и подачи фильтрованной воды потребителям, а также на собственные нужды, установлены типовые резервуары в количестве 3 шт., из которых 1 – прямоугольный, 2 резервуара – круглые. В прямоугольном резервуаре установлены две перегородки для погашения образующихся волн. В резервуар вода подается от угольных фильтров через днище в вертикальную приемную камеру-успокоитель прямоугольного сечения. Каждый резервуар оборудован переливной трубой для сбора избытка воды в линеую канализацию. Полное опорожнение резервуаров производят в канализацию переливных вод, опорожнение трубопроводов насосной станции осуществляется в дренажный приямок. Вода из резервуаров хозяйственной воды забирается по трубопроводам и подается насосами насосной станции потребителям (смотреть приложение В).

2.2 Основное технологическое оборудование

Очистка воды для питьевых и промышленных нужд является сложным многостадийным процессом, для осуществления которого требуется сложное дорогостоящее оборудование. Рассмотрим устройство основного оборудования.

2.2.1 Конструкция УФ-установок

УФ-установки – это тип системы обеззараживания очищаемых вод, который использует электромагнитные волны в ультрафиолетовой области спектра. Они широко используются для удаления микроорганизмов, в том числе патогенных, в системах водоснабжения.

УФ-установки работают таким образом, что очищаемая вода пропускается через камеру, в которой находится УФ-лампы. Когда вода проходит через камеру, ультрафиолетовое излучение воздействует на присутствующие микроорганизмы и уничтожает их, включая бактерии, вирусы и простейшие.

Одним из главных преимуществ УФ-установок является то, что она эффективно удаляет вредные микроорганизмы из воды, делая ее безопасной для питья. Это особенно важно для людей, которые могут быть восприимчивы даже к незначительным количествам микроорганизмов в питьевой воде на фоне ослабленной иммунной системы, в связи с болезнями, а также для маленьких детей и пожилых людей.

Основными преимуществами использования ультрафиолетового излучения при очистке воды являются следующие пять пунктов:

«1. Очистка производится без использования химических веществ, таких как, например, хлор, а на выходе не остаются вредные побочные продукты. В отличие от других типов систем обеззараживания воды, которые используют химические вещества»[10] для уничтожения

микроорганизмов, УФ-установки используют электромагнитное излучение, что делает их более экологичным вариантом.

1. Ультрафиолетовое излучение не придает воде никакого химического привкуса или запаха.
2. УФ-установки являются одними из наиболее эффективных способов уничтожения болезнетворных микроорганизмов – до 99%.
3. УФ-установки требуют очень мало энергии, например, установка потребляет примерно столько же энергии, сколько потребовалось бы для работы 60-ваттной лампочки.
4. УФ-установки просты при их установке и техническом обслуживании. Необходимо менять ультрафиолетовые лампы ежегодно. УФ-установки могут быть подключены к основной линии водоснабжения и не требуют каких-либо специальных инструментов или оборудования.

Тем не менее, у обработки воды ультрафиолетовым излучением есть и некоторые недостатки. Одним из главных является то, что они неэффективны при удалении растворенных твердых веществ, таких как тяжелые металлы и минералы. Кроме того, приобретение и эксплуатация УФ-установок может быть относительно дорогостоящим.

Ультрафиолетовая очистка сама по себе имеет ограничения. Это связано с тем, что ультрафиолетовое излучение эффективно только для уничтожения микроорганизмов, преимущественно бактерий. Ультрафиолетовое излучение не может устранить многие загрязняющие вещества, такие как хлор, тяжелые металлы и летучие органические соединения.

Когда речь заходит о безопасности, УФ-установки, как правило, считаются безопасными для использования. Однако важно отметить, что с ультрафиолетовой лампой, используемой в фильтре, следует обращаться

осторожно, так как при неправильном использовании она может испускать вредные ультрафиолетовые лучи.

Когда дело доходит до технического обслуживания, важно регулярно проверять и заменять ультрафиолетовые лампы, так как со временем они теряют свою высокую эффективность. Лампы следует заменять не реже одного раза в год или чаще, если система водоснабжения сильно загрязнена. Кроме того, важно содержать камеры в чистоте, чтобы гарантировать эффективную очистку воды ультрафиолетовым излучением [29].

УФ-установки в АО «СОВ-НКНХ» оснащены 8 отдельно работающими установками, каждая из которых содержит по 36 ламп, облучающих воду УФ-излучением длиной волны 254 нм. Это специальная бактерицидная длина волны, которая уничтожает бактерии, споры и вирусы, предотвращая их размножение. В УФ-установках уничтожается до 98% бактерий (рис. 5).

УФ-установка имеет условную производительность УДВ 1000 м³/ч. Однако, чтобы достичь высокого уровня обеззараживания, необходимо контролировать давление воды перед входом в установку. Для этого предусмотрен датчик давления на подающем водоводе, который позволяет регулировать подачу воды в установку.

Для контроля качества обеззараживания воды предусмотрены пробоотборники, которые соответствуют ГОСТ Р 57164 «Вода питьевая. Методы определения вкуса, запаха, цветности и мутности» [6]. Эти пробоотборники позволяют определить микробиологические показатели воды, что способствует осуществлению эффективного контроля очищаемой воды от патогенных микроорганизмов.

Таким образом, УФ-установка для обеззараживания воды является эффективной и надежной системой, которая обеспечивает высокую степень очистки воды от бактерий, вирусов и прочих микроорганизмов.



Рисунок 5 – УФ-установка

2.2.2 Горизонтальный отстойник

Горизонтальный отстойник используется для очистки воды от дисперсных частиц, способных оседать на дно, в системах водоснабжения. На этом этапе может быть достигнуто примерно 60% эффективности удаления взвешенных веществ.

Процесс первичного отстаивания является первым этапом обработки после удаления ветоши и песка во впускных отверстиях. Скребки, имеющиеся в резервуаре, непрерывно перемещаются по его дну, чтобы переместить осадок в бункеры для удаления.

Горизонтальный отстойник представляет собой прямоугольный железобетонный резервуар, состоящий из нескольких отделений. Несколько отделений (отстойников) представляют резерв и удобны при ремонте и возможности поочередного использования при снижении нагрузок (рис. 6).

В горизонтальном отстойнике поток воды подается и направляется горизонтально, по трубе снизу направляются вверх в центр отстойника и распределяются от центра к периферии также горизонтально [8].



Рисунок 6 – Камера осаждения горизонтального отстойника со шламом

2.2.3 Установки коагуляции и флокуляции

Установки для коагуляции и флокуляции представляют собой смесители, в которых осуществляется процесс химической обработки воды путем модификации электростатических зарядов частиц, взвешенных в воде. Этот процесс предполагает введение в очищаемую воду определенных видов и концентраций реагентов (коагулянтов и флокулянтов), которые представляют собой сильно заряженные молекулы для дестабилизации зарядов частиц во взвешенном состоянии.

Таким образом, на установках коагуляции и флокуляции, которые представляют собой смесители бункерного типа, происходит процесс соединения мельчайших частиц в более крупные путем сцепления (хлопьеобразование), что позволяет удалить из воды мельчайшие частицы загрязнений (рис. 7).

В смесители, где находится очищаемая вода, вводятся специальные реагенты, а именно: сульфат алюминия или гидроксохлорид алюминия для коагуляции коллоидных частиц и полиакриламид для интенсификации процесса коагулирования. Смешение реагентов с водой происходит за счет турбулентности восходящего потока [15, 23].



Рисунок 7 – Камера хлопьеобразования

2.2.4 Скорые фильтры

В скорых фильтрах используется кварцевый песок для осуществления процесса фильтрации воды. Нефильтрованная вода распределяется в верхней части песочного фильтра и медленно просачивается через фильтрующий слой. Этот фильтрующий слой состоит из фильтрующего материала, в данном случае кварцевого песка. Мелкие поры препятствуют проникновению частиц загрязнения внутрь и удерживают их в себе.

Когда будет отфильтровано определенное количество воды или когда песок достигнет определенной степени загрязнения, скорый фильтр переключится на обратную промывку. Во время обратной промывки поры

расширяются, после чего песок отмывается от загрязняющих соединений. Впоследствии эти загрязнения удаляются вместе с водой для обратной промывки. В результате скорый фильтр не засоряется, сохраняя свои оптимальные очищающие свойства.

В большинстве случаев для процесса фильтрации используется кварцевый песок диаметром от 0,8 до 1,25 мм. Когда песок имеет небольшой диаметр, сопротивление будет увеличено, что приведет к меньшему расходу. При таком малом диаметре для обратной промывки требуется меньшая емкость, поскольку песок легче и, таким образом, легко смывается вместе с загрязнителями. Кроме того, в случае меньшего диаметра частиц фильтрующего материала следует учитывать, что следует проводить более частую обратную промывку, поскольку улавливается больше загрязнений, чем при использовании материала большего диаметра.

Таким образом, в АО «СОВ-НКНХ» скорый фильтр представляет собой железобетонный резервуар, на дне которого уложен дренаж, обеспечивающий равномерное распределение воды, подаваемой снизу вверх для промывки фильтра по всей площади. Осветленная вода в фильтре проходит слой кварцевого песка, собирается через дренажную распределительную систему в коллектор и оттуда относится через насосную на следующий этап очистки (рис. 8, 9) [15, 23].

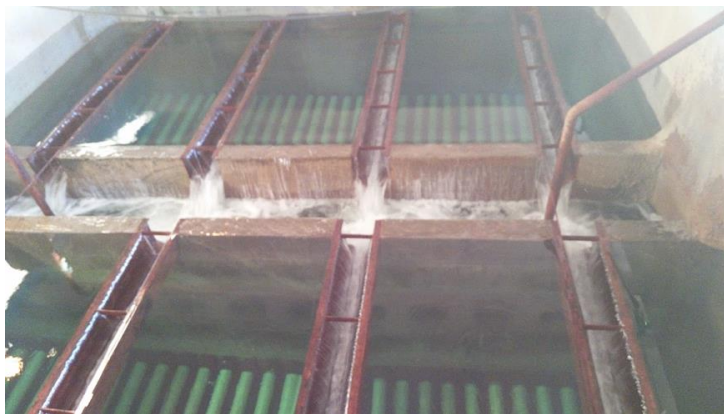


Рисунок 8 – Гидроиспытания дренажной системы



Рисунок 9 – Скорые безугольные фильтры

2.2.5 Насосная станция

Насосные станции подачи воды – это помещения, где размещены насосные агрегаты, система трубопроводов, измерительное оборудование, арматура, электрооборудование, а также приспособления, которые обеспечивают полноценную эксплуатацию агрегатов, замену или ремонт (рис. 10).

Насосная станция работает путем сбора вод для водоподготовки, и хранения их в камере. Когда собранные воды достигают максимального уровня, они поднимаются через систему слива с помощью встроенного насоса высокого давления. Затем жидкость перекачивается в очистные сооружения или самотечную канализацию [29].



Рисунок 10 – Насосная станция

2.2.6 Конструкция угольного фильтра

Фильтр с гранулированным активированным углем является проверенным способом удаления широкого спектра веществ органического и неорганического характера из воды. Такие фильтры также можно использовать для удаления химических веществ, придающих неприятный запах, например, сероводород и хлор.

Угольные фильтры удаляют загрязнения путем адсорбции. Адсорбция означает, что загрязняющие вещества сорбируются площадью поверхности активированного угля и удерживаются на ней.

Активированный уголь отлично подходит для удаления хлора, органических химикатов, таких как пестициды, хлороформ и многих летучих органических соединений, которые являются компонентами бензина, растворителей, промышленных чистящих средств и многого другого.

Угольный фильтр на АО «СОВ-НКНХ» представляет собой резервуар из сборного железобетона размером 9,7x7,7x5, дренажно-распределительной системы, подводящих и отводящих трубопроводов с запорной арматурой. Фильтр находится в отдельном сооружении, на дне которого расположен

дренаж, обеспечивающий равномерный отвод воды и равномерное ее распределение (рис. 11, 12).

Угольные фильтры применяются для повышения глубины очистки воды от антропогенных неорганических и органических загрязнений, а также для удаления продуктов хлорирования и озонирования на заключительном этапе обработки воды. Наряду с этим повышается надежность работы водоочистной станции в целом и гарантируется требуемое качество питьевой воды.

В качестве сорбционного материала применяют активированный уголь марки СКД-515, зернистость 0,8-1,5. Высота слоя 2 метра. Уголь перед загрузкой предварительно замачивается в воде $t = 20^{\circ}\text{C}$ на 100 часов, затем перегружается в фильтры.

На станции установлено 12 угольных фильтров. В один фильтр засыпается 45 тонн активированного угля. Замена проводится раз в три года по программе реконструкции угольных фильтров, разработанной на 2019 – 2022 годы [15, 23].

Таким образом, угольные фильтры играют важную роль в процессе очистки воды. Они помогают улучшить ее качество, удаляя различные загрязнения, а также некоторые химические вещества, используемые при обработке воды.

Фильтры состоят из резервуара из сборного железобетона и дренажно-распределительной системы. Вода подается в фильтр через подводящие трубопроводы и проходит через слой активированного угля. Уголь предварительно замачивается в воде перед загрузкой в фильтр.

Применение угольных фильтров позволяет значительно повысить эффективность очистки воды, а также обеспечить требуемое качество. Это важно как для обеспечения безопасности здоровья людей, так и для надежности работы водоочистных станций.



Рисунок 11 – Угольные фильтры (вид сверху)



Рисунок 12 – Угольные фильтры (вид сбоку)

3 Практическая часть

3.1 Объекты исследования

Объектом исследования данной работы является вода из реки Кама.

3.2 Методы исследования

Определение показателей качества воды проводили согласно ГОСТ Р 57164 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [6].

3.3 Сущность методов анализа

В основе методов лежит способность человека воспринимать растворенные в воде вещества как запахи, вкусы и привкусы. В зависимости от объективных условий (температура, влажность) и функционального состояния организма (например, суточных колебаний) интенсивность обоняния может колебаться в достаточно широких пределах.

3.4 Средства измерений и вспомогательное оборудование

В работе были задействованы следующие основные средства измерений, материалы и оборудование:

1. Цилиндры или мензурки по ГОСТ 1770 вместимостью 100 см³.
2. Термометр стеклянный лабораторный по ГОСТ 28498 с диапазоном измерения температур от 0°С до 100°С.
3. Колбы плоскодонные с притертыми пробками вместимостью 250-350 см³ по ГОСТ 25336 или аналогичные с делениями, указывающими объем жидкости (для определения запаха).

4. Часовое стекло.
5. Водяная баня, обеспечивающая равномерный нагрев плоскодонных колб и поддержание температуры $(60\pm 5)^\circ\text{C}$.
6. Вода без запаха и вкуса.
7. Стаканы вместимостью 50-100 см³ (для определения привкуса).

Допускается использование других средств измерений, вспомогательного оборудования и реактивов с метрологическими и техническими характеристиками не хуже указанных.

3.5 Определение органолептических показателей

3.5.1 Отбор проб

Пробы воды отбирают по ГОСТ 31861 [4] и ГОСТ Р 56237 [5] в стеклянные емкости с притертыми или плотно завинчивающимися пробками. Отбор и хранение проб для определения мутности допускается проводить в пластиковые емкости. Минимальный объем пробы 300 см³.

Пробы воды для определения запаха, вкуса и привкуса не консервируют. Анализ проводят в лаборатории как можно быстрее, но не позднее, чем через 6 ч после отбора проб.

3.5.2 Определение запаха при 20°C

Перед началом анализа измеряют температуру воды. Если пробы воды доставлены в лабораторию одновременно из одной системы водопровода, то допускается проводить измерение температуры воды в одной пробе.

В зависимости от полученного результата пробы:

- подогревают до температуры $(20\pm 2)^\circ\text{C}$, выдерживая их при комнатной температуре (но не более установленного времени хранения) или используя водяную баню;
- охлаждают до температуры $(20\pm 2)^\circ\text{C}$ под проточной водой или в емкости со льдом или в холодильнике.

При этом емкости с пробами должны быть плотно закрыты.

Около 100 см³ испытуемой воды помещают в колбу с притертой пробкой вместимостью 250-350 см³. Колбу закрывают пробкой, содержимое несколько раз перемешивают вращательными движениями, не взбалтывая, после чего колбу открывают и определяют характер и интенсивность запаха.

Следует отметить, что при продолжительном контакте пахучих веществ со слизистой оболочкой носа происходит адаптация, приводящая к снижению чувствительности.

3.5.3 Определение запаха при 60°C

В колбу вместимостью 250-350 см³ помещают около 100 см³ испытуемой воды. Горлышко колбы закрывают часовым стеклом, колбу помещают в водяную баню, нагретую до температуры (60±5)°C, и выдерживают необходимое время. Как правило, для этого достаточно около 10 мин.

Содержимое колбы несколько раз перемешивают вращательными движениями. Сдвигая стекло в сторону, быстро определяют характер и интенсивность запаха.

3.5.4 Оценка интенсивности запаха

Интенсивность запаха воды оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы 5.

Таблица 5 – Интенсивность запахов

Интенсивность запаха	Характер проявления запаха	Оценка интенсивности запаха, балл
Нет	Запах не ощущается	0
Очень слабая	Запах очень слабый	1
Слабая	Запах слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Запах легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Запах отчетливый, вызывает неодобрительный отзыв о воде и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Запах настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

3.5.5 Определение привкуса

Около 30 см³ подготовленной по пробы воды помещают в стаканчик вместимостью 50-100 см³. Затем испытуемую воду набирают в полость рта малыми порциями (около 15 см³), не проглатывая, задерживают 3-5 с и выплевывают.

Исполнители выполняют анализ без спешки, интервалы между пробами около 30 с.

Следует отметить, что при продолжительном контакте веществ с ярким привкусом со слизистой оболочкой рта происходит адаптация, приводящая к снижению чувствительности.

3.5.6 Оценка интенсивности привкуса

Интенсивность привкуса воды оценивают по пятибалльной системе согласно требованиям таблицы 6.

Таблица 6 – Интенсивность запахов

Интенсивность привкуса	Характер проявления привкуса	Оценка интенсивности привкуса, балл
Нет	Привкус не ощущается	0
Очень слабая	Привкус очень слабый	1
Слабая	Привкус слабый и не вызывает неодобрительный отзыв о воде	2
Заметная	Привкус легко замечается и вызывает неодобрительный отзыв о воде	3
Отчетливая	Привкус отчетливый, вызывает неодобрительный отзыв о воде и заставляет воздержаться от питья	4
Очень сильная	Привкус настолько сильный, что делает воду непригодной к употреблению	5

3.6 Результаты органолептического анализа

В результате проведенных органолептических исследований в анализируемых пробах воды интенсивность запаха при температурах 20 и 60°C соответствовала 1 баллу, а интенсивность привкуса – 0 баллов.

Таким образом, согласно нормативу СанПиН 1.2.3685-21 [20] по качеству питьевой воды, баллы не были превышены, а следовательно, в отношении исследованных показателей вода является пригодной для питья.

Полный перечень результатов исследований (испытаний) «СОВ-НКНХ» представлен в приложении Г.

3.7 Расчет эффективности очистки воды из реки Кама для каждого типа оборудования

Рассчитаем эффективность очистки воды из реки Кама для каждого типа оборудования, основываясь на данных приложения Г.

Эффективность очистки η_i сточных вод определяется по формуле:

$$\eta_1 = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} 100\%$$

где $C_{ст}$ – концентрация вещества в сточной воде, поступающей на очистку, мг/л;

$C_{оч}$ – концентрация загрязняющего вещества на выходе из устройства, мг/л.

Таблица 7 – Эффективность очистки воды из реки Кама по цветности для каждого типа оборудования

Тип оборудования	Цветность ($C_{г} - C_{о}$) 20°C, град		Эффективность очистки, %
	Вода до очистки	Вода после очистки	
Горизонтальный отстойник	26,4	14,0	47
Песколовка	14,0	13,5	3,6
Сорбционный угольный фильтр	13,5	11,6	14
Резервуары чистой воды (обеззараживание)	11,6	8,1	30,2

Таблица 8 – Эффективность очистки воды из реки Кама по мутности для каждого типа оборудования

Тип оборудования	Мутность (по формазину), мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	Вода до очистки	Вода после очистки	
Горизонтальный отстойник	5,0	2,6	48
Песколовка	2,6	0,37	85,8
Сорбционный угольный фильтр	0,37	0,44	-19
Резервуары чистой воды (обеззараживание)	0,44	0,29	34

Таблица 9 – Эффективность очистки воды из реки Кама по перманганатной окисляемости для каждого типа оборудования

Тип оборудования	Окисляемость перманганатная, мг/дм ³		Эффективность очистки, %
	Вода до очистки	Вода после очистки	
Горизонтальный отстойник	5,12	4,08	20,3
Песколовка	4,08	3,34	18,1
Сорбционный угольный фильтр	3,34	3,12	6,6
Резервуары чистой воды (обеззараживание)	3,12	2,56	18

Таким образом, согласно нормативу по качеству питьевой воды СанПиН 1.2.3685-21 [20], ПДК исследованных показателей не были превышены, следовательно, эффективность очистки оценивается как высокая.

4 Расчетная часть

4.1 Расчет материального баланса угольного фильтра

Исходные данные, взятые из технологической инструкции 08-Т-09 по эксплуатации угольных фильтров (Тит.8) на АО «СОВ-НКНХ», включают следующие данные:

- производительность ($\text{м}^3/\text{сут}$): 10 000;
- время работы оборудования в сутки (ч): 24;
- селективность угольного фильтра (%): 70;
- концентрация взвешенных веществ ($\text{мг}/\text{дм}^3$): 0,37.

1. Определим по формуле 1 среднечасовую производительность угольного фильтра [3]:

$$G_{\text{ср.ч.}} = G_1 / t_p, \quad (1)$$

где $G_{\text{ср.ч.}}$ – среднечасовая производительность оборудования, $\text{м}^3/\text{ч}$;

G_1 – производительность, $\text{м}^3/\text{сут}$;

t_p – время работы оборудования, ч.

$$G_{\text{ср.ч.}} = 10\,000 / 24 = 416,67 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

2. Теперь допустим, что плотность воды составляет $999,841 \text{ кг}/\text{м}^3$, в таком случае среднечасовая производительность угольного фильтра устанавливается по формуле 2 [3]:

$$G''_{\text{ср.ч.}} = G'_{\text{ср.ч.}} * \rho_{\text{воды}} \quad (2)$$

где $G''_{\text{ср.ч.}}$ – среднечасовая производительность оборудования

относительно плотности воды, кг/ч;

$\rho_{\text{воды}}$ – плотность воды, кг/м³.

$$G''_{\text{ср.ч.}} = 416,67 * 999,841 = 416\,603,75 \text{ кг/ч} = 416,6 \text{ т/ч.}$$

3. Теперь вычислим, сколько взвешенных веществ пропускается через угольный фильтр за час по формуле 3 [3]:

$$m_{\text{в.в.}} = C_{\text{в.в.}} * G''_{\text{ср.ч.}}, \quad (3)$$

где $C_{\text{в.в.}}$ – концентрация взвешенных веществ, мг/дм³.

$$m_{\text{в.в.}} = 0,37 * 416\,603,75 = 154\,143,39 \text{ мг/ч} = 154,14 \text{ г/ч.}$$

4. Учитывая селективность фильтра, рассчитаем концентрацию взвешенных веществ в воде по формуле 4 [3]:

$$C'_{\text{в.в.}} = C_{\text{в.в.}} * \eta, \quad (4)$$

где $C'_{\text{в.в.}}$ – концентрация взвешенных веществ в воде после зернистого фильтра;

η – селективность фильтра.

$$C'_{\text{в.в.}} = 0,37 * 0,75 = 0,259 \text{ мг/дм}^3.$$

5. С учетом действий, проделанных ранее, определим массу взвешенных веществ после установки угольного фильтра за час по формуле 5 [3]:

$$m'_{\text{в.в.}} = C'_{\text{в.в.}} * G''_{\text{ср.ч.}}, \quad (5)$$

где $m'_{\text{в.в.}}$ – массу взвешенных веществ после установки фильтра за час, кг/ч.

$$m'_{\text{в.в.}} = 0,259 * 416\,603,75 = 107\,900,37 \text{ мг/ч} = 107,9 \text{ г/ч.}$$

Таким образом, концентрация взвешенных веществ до угольной фильтрации составляла $0,37 \text{ мг/дм}^3$. Учитывая селективность фильтра, после фильтрации их концентрация снизилась до $0,259 \text{ мг/дм}^3$, что также соответствует массе $107,9 \text{ г/ч}$.

4.2 Анализ преимуществ предложенной оптимизации

Работниками лаборатории «СОВ-НКНХ» было экспериментально установлено (смотреть приложение Г), что концентрация взвешенных веществ до угольной фильтрации составляла $0,37 \text{ мг/дм}^3$. Учитывая селективность фильтра, после проведения процесса фильтрации концентрация взвешенных веществ снизилась до $0,259 \text{ мг/дм}^3$. Тем не менее, по результатам определения мутности лабораторией «СОВ-НКНХ» по ГОСТ Р 57164 [6] было установлено, что концентрация взвешенных веществ, напротив, увеличилась до $0,44 \text{ мг/дм}^3$, что связано с выходом угольной пыли. Тем не менее, полученное значение концентрации взвешенных веществ не превышает предельно допустимую концентрацию ($\text{ПДК}_{\text{в.в.}}$ не более $1,5 \text{ мг/дм}^3$).

Эффективность очистки в патенте №2644880 [17], где использовался определенный гранулированный сорбент, для взвешенных частиц составила 82%, что превосходит эффективность угольного сорбента.

Сопоставим статистические данные эффективности очистки воды, представленные в патенте №2644880 [17] и отчет с эффективностью очистки лаборатории «СОВ-НКНХ» (смотреть приложение Д), и представим их в таблице 10.

Таблица 10 – Эффективность очистки воды

Показатели	Эффективность очистки, % (угольный сорбент)	Эффективность очистки, % (сорбент из патента)
Взвешенные вещества	81,9	76
Нефтепродукты	37,5	99
Фенол	42	98
Жиры	65	87
СПАВ	86	99
Катионы в коллоидно-растворимой форме	62	86
Катионы в ионной форме	76	93

Таким образом, гранулированный сорбент из патента показал более высокую эффективность очистки воды по сравнению с угольным сорбентом. Сорбент представляет собой качественно новый гранулированный сорбционно-фильтрующий композитный материал, который эффективно сорбирует как органические, так и неорганические поллютанты. Использование для его производства в качестве исходного сырья отходов производства и природных материалов снижает затраты на его получение и, соответственно, его стоимость. В связи с этим, можно рекомендовать данный сорбент к применению в системе водоподготовки на предприятии.

Заключение

Были выполнены органолептические методы исследования анализируемых проб воды по запаху (при температурах 20 и 60°C) и привкусу в соответствии с ГОСТ Р 57164 «Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности» [6]. Результаты показали, что, согласно нормативу СанПиН 1.2.3685-21 [20] по качеству питьевой воды, допустимые баллы не были превышены а, следовательно, в отношении исследованных показателей вода является пригодной для питья.

Был произведен расчет эффективности очистки воды из реки Кама для различных типов оборудования, а именно: горизонтального отстойника, песколовки и сорбционного угольного фильтра. Результаты показали, что предельно допустимая концентрация исследованных показателей качества воды не были превышены, а следовательно, эффективность очистки оценивается как высокая.

Было предложено и теоретически обосновано усовершенствование способа фильтрации путем замены угольного сорбента в фильтре на гранулированный сорбент определенного состава (патент на изобретение №2644880), который показывает более эффективные показатели очистки воды. Сорбент представляет собой качественно новый гранулированный сорбционно-фильтрующий композитный материал, который эффективно сорбирует как органические, так и неорганические поллютанты. Использование для его производства в качестве исходного сырья отходов производства и природных материалов снижает затраты на его получение и, соответственно, его стоимость. В связи с этим, можно рекомендовать данный сорбент к применению в системе водоподготовки на предприятии.

Таким образом, можно заключить, что задачи были решены в полном объеме, а цель достигнута.

Список используемой литературы и используемых источников

1. АО «СОВ-НКНХ». Общая информация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sovnknh.ru>
2. АО «Станция очистки воды – нижекамскнефтехим» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.rusprofile.ru/id/271914>
3. Белоглазов И.Н. Основы расчета фильтрационных процессов : учебник / И.Н. Белоглазов, В.О. Голубев. – М. : Из-во дом «Руда и Металлы», 2002. – 210 с.
4. ГОСТ 31861 Вода. Общие требования к отбору проб [Текст]. – М. : Стандартиформ, 2019. – 31 с.
5. ГОСТ Р 56237 Вода питьевая. Отбор проб на станциях водоподготовки и в трубопроводных распределительных системах [Текст]. – М.: Стандартиформ, 2019. – 23 с.
6. ГОСТ Р 57164 Вода питьевая. Методы определения запаха, вкуса и мутности [Текст]. – М. : Стандартиформ, 2019. – 18 с.
7. Грабельные решетки РКЭ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ekoton-service.ru/product/rake-type-bar-screens/>
8. Жмур Н.С. Технологические и биохимические процессы очистки сточных вод : учебник / Н.С. Жмур. – М. : АКВАРОС, 2003. – 512 с. ISBN 5-901652-05-3
9. Жмыхов И.Н. Основы экологии : учебник / И.Н. Жмыхов, А.А. Челноков, Л.Ф. Ющенко. – Минск : Вышэйш. шк., 2012. – 700 с.
10. Игнаткина Д.О. Комбинированное устройство для очистки многокомпонентных сточных вод предприятий табачной индустрии [Текст]. – М. : Моркнига, 2018. – 36-44 с.
11. Ильин В.И. Технология электрохимической очистки промышленных сточных вод с водооборотом [Текст]. – М. : Моркнига, 2005. – 21-24 с.

12. Испытательный центр НОРТЕСТ. Методы очистки сточных вод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nortest.pro/stati/voda/metody-ochistki-stochnyh-vod.html>

13. Климов Е.С. Природные сорбенты и комплексоны в очистке сточных вод : учебник для вузов / Е.С. Климов, М.В. Бузаева. – Ульяновск : УлГТУ, 2011. – 201 с.

14. Кутузов А.Г. Очистка сточных вод : учебно-методическое пособие / А.Г. Кутузов, Г.Р. Патракова, М.А. Рузанова. – Казань: КНИТУ, 2020. – 108 с. ISBN 978-5-7882-2849-5

15. Мамонтова Р.П. Санитарная гидротехника : учебник для вузов / Р.П. Мамонтова. – М. : Моркнига, 2012. – 496 с.

16. Патент 178983 Российская Федерация, МПК C02F 9/06 (2006.01). Устройство для очистки сточных вод от многокомпонентных загрязнений [Текст] / Д.О. Игнаткина [и др.]; ВолГТУ. – No 2017139298; заявл. 13.11.2017 ; опублик. 24.04.2018, Бюл. No 12. – 8 с.

17. Патент 2644880 Российская Федерация, МПК МПК: B01J 20/24 (2006.01) Способ получения сорбента для очистки сточных вод от многокомпонентных загрязнений [Текст] / Д.О. Игнаткина [и др.] ; ВолГТУ. – No 2017108520 ; заявл. 14.03.2017 ; опублик. 14.02.2018, Бюл. No 5. – 10 с.

18. Песколовка – устройство, назначение, применение [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.moiododyr.ru/stati/peskolovka-ustroystvo-naznachenie-primenenie>

19. Приказ Министерства сельского хозяйства «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13.12.2016 N 552 [Текст]. – М. : ВНИРО, 2022. – 89 с.

20. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов

среды обитания» [Текст]. – М. : Детство-Пресс, 2021. – 94 с. ISBN: 9785907421097

21. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.» [Текст]. – М. : Межиздат, 2011. – 128 с. ISBN: 978-5-4252-0612-1

22. СанПиН 2.1.5.980-00 «Водоотведение населенных мест, санитарная охрана водных объектов. Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [Текст]. – М. : Моркнига, 2018. – 24 с. ISBN: 978-5-973080-18-4

23. Серпокpылов Н.С. Экология очистки сточных вод физико-химическими методами : учебник для вузов / Н.С. Серпокpылов, Е.В. Вильсон, С.В. Гетманцев. – М. : АСВ, 2009. – 262 с.

24. Сытник Н.А. Промышленная экология : учебник для студентов очной и заочной форм обучения / Н.А. Сытник, Е.И. Назимко. – Керчь : Из-во ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2019. – 134 с.

25. Федеральный закон «Водный кодекс Российской Федерации» от 03.06.2006 г., № 74-ФЗ, статья № 44 [Текст]. – М. : Эксмо-Пресс, 2023. – 64 с. ISBN: 978-5-04-177050-1

26. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ [Текст]. – М. : Омега-Л, 2022. – 96 с. ISBN: 978-5-370-04961-3

27. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ [Текст]. – М. : Норматика, 2021. – 36 с. ISBN: 978-5-4374-1534-4

28. Федеральный закон «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ [Текст]. – М. : Центрмаг, 2023. – 44 с. ISBN: 978-5-003080-24-2

29. Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод : учебник для вузов / С.В. Яковлев, Ю.В. Воронов. – М. : Из-во ассоциации строительных вузов, 2006 – 704 с.

30. Flytek Magnys: грабельная решетка [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

https://petroplanpro.spb.ru/catalog/sistemy_mehanicheskoy_ochistki/filtraciia_osadka/conclimber_grabelnye_reshetki.html#prettyPhoto

Приложение А

Патент на изобретение

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ИЗОБРЕТЕНИЕ
№ 2644880

**СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ
СТОЧНЫХ ВОД ОТ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ
ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет (ВолГТУ) (RU)*

Авторы: *Игнаткина Дарья Олеговна (RU), Войтюк Александр Андреевич (RU), Москвичева Анастасия Владимировна (RU), Москвичева Елена Викторовна (RU), Геращенко Алла Анатольевна (RU)*

Заявка № 2017108520
Приоритет изобретения 14 марта 2017 г.
Дата государственной регистрации в Государственном реестре изобретений Российской Федерации 14 февраля 2018 г.
Срок действия исключительного права на изобретение истекает 14 марта 2037 г.

Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности



Г.П. Ивлиев

Продолжение Приложения А

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



(19) **RU** (11) **2 644 880**⁽¹³⁾ **C1**

(51) МПК
B01J 20/24 (2006.01)
B01J 20/12 (2006.01)
B01J 20/30 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01J 20/24 (2006.01); *B01J 20/12* (2006.01); *B01J 20/3028* (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2017108520, 14.03.2017
 (24) Дата начала отсчета срока действия патента:
 14.03.2017
 Дата регистрации:
 14.02.2018
 Приоритет(ы):
 (22) Дата подачи заявки: 14.03.2017
 (45) Опубликовано: 14.02.2018 Бюл. № 5
 Адрес для переписки:
 400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, Отдел
 интеллектуальной собственности ВолгГТУ

(72) Автор(ы):
 Игнаткина Дарья Олеговна (RU),
 Войтюк Александр Андреевич (RU),
 Москвичева Анастасия Владимировна (RU),
 Москвичева Елена Викторовна (RU),
 Герашенко Алла Анатольевна (RU)

(73) Патентообладатель(и):
 Федеральное государственное бюджетное
 образовательное учреждение высшего
 образования "Волгоградский
 государственный технический университет
 (ВолгГТУ) (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
 о поиске: RU 2428249 C2 10.09.2011. RU
 2482911 C1 27.05.2013. KZ 23694 A4 15.02.2011.
 SU 947044 A1 30.07.1982.

(54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

(57) Реферат:
 Изобретение относится к области охраны окружающей среды и может быть использовано для получения гранулированных сорбентов. Целлюлозосодержащие отходы табачно-махорочного производства растительного происхождения в виде табачной пыли смешивают с водной суспензией бентонитовой глины, имеющей соотношение (мас.ч.): бентонитовая глина:вода, равное 3:5. Пластичную массу,

имеющую соотношение компонентов (мас.%): табачная пыль - 50-70, глинистая суспензия - 30-50, гранулируют. Гранулы подвергают химической обработке в растворе серной кислоты и термической обработке при температуре 300-750°C. Изобретение обеспечивает получение эффективного сорбента, пригодного для комплексной очистки сточных вод от широкого спектра загрязняющих веществ. 3 табл., 3 пр.

RU 2 644 880 C 1

RU 2 644 880 C 1

Приложение Б

Патент на полезную модель

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ
НА ПОЛЕЗНУЮ МОДЕЛЬ

№ 178983

**УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ**

Патентообладатель: *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Волгоградский государственный технический университет" (ВолгГТУ) (RU)*

Авторы: *Игнаткина Дарья Олеговна (RU), Войтюк Александр Андреевич (RU), Москвичева Анастасия Владимировна (RU), Москвичева Елена Викторовна (RU), Селиверстов Игорь Вячеславович (RU)*

Заявка № **2017139298**
Приоритет полезной модели **13 ноября 2017 г.**
Дата государственной регистрации в Государственном реестре полезных моделей Российской Федерации **24 апреля 2018 г.**
Срок действия исключительного права на полезную модель истекает **13 ноября 2027 г.**



Руководитель Федеральной службы по интеллектуальной собственности

Г.П. Излиев

Продолжение Приложения Б

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **178 983** (13) **U1**

(51) МПК

[C02F 9/06 \(2006.01\)](#)

[C02F 1/465 \(2006.01\)](#)

[C02F 1/28 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 24.04.2018)

(21)(22) Заявка: [2017139298](#), 13.11.2017

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.11.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 13.11.2017

(45) Опубликовано: [24.04.2018](#) Бюл. № 12

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: SU 1033146 A, 07.08.1983. RU
2129529 C1, 27.04.1999. CN 104118956 B,
03.02.2016. JP 2002159971 A, 04.06.2002.

Адрес для переписки:

400005, г. Волгоград, пр. Ленина, 28, Отдел
интеллектуальной собственности ВолГТУ

(72) Автор(ы):

Игнаткина Дарья Олеговна (RU),
Войтюк Александр Андреевич (RU),
Москвичева Анастасия Владимировна
(RU),
Москвичева Елена Викторовна (RU),
Селиверстов Игорь Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования "Волгоградский
государственный технический
университет" (ВолГТУ) (RU)

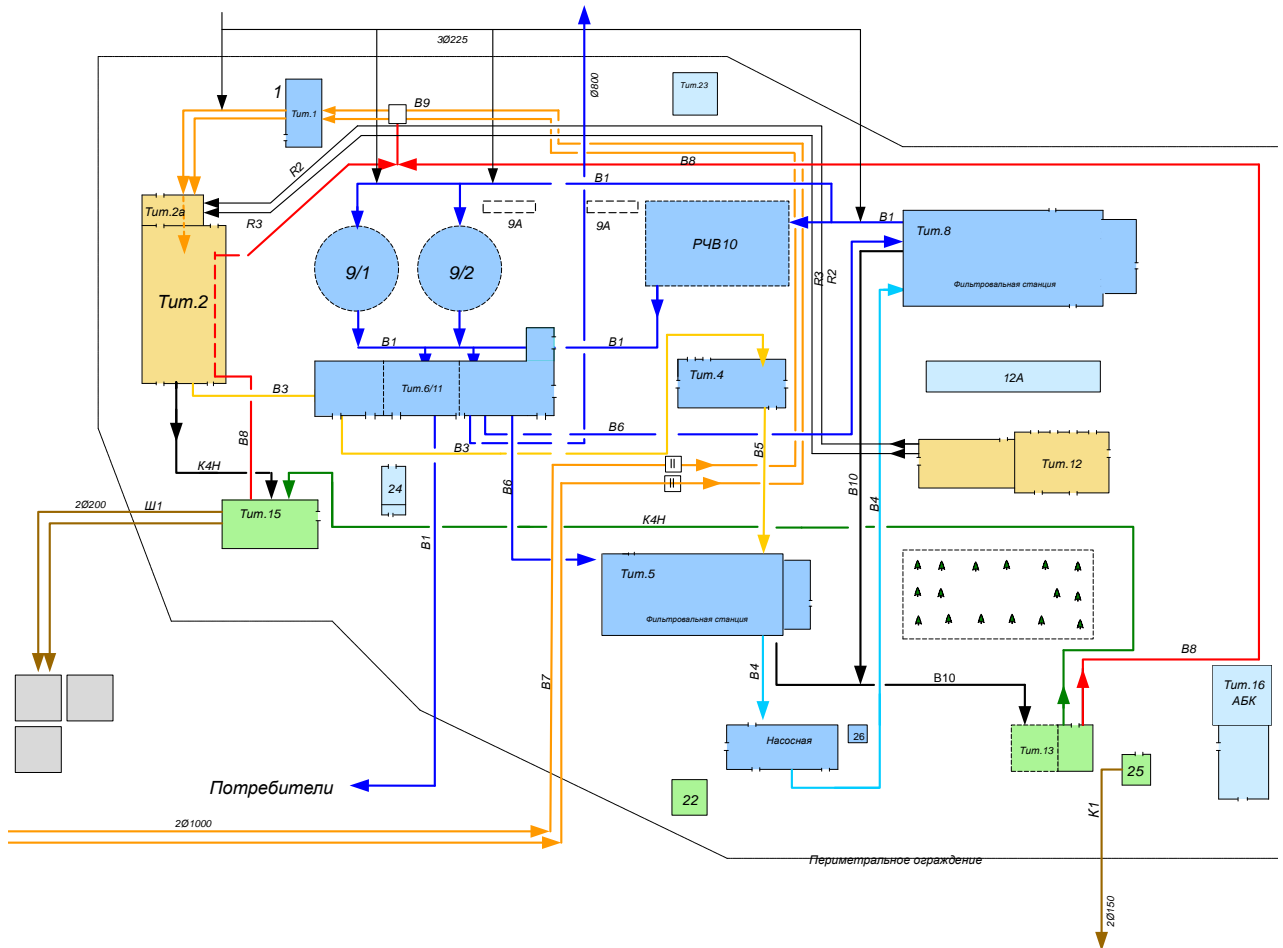
(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

(57) Реферат:

Полезная модель относится к области очистки промышленных сточных вод от многокомпонентных загрязнений (взвешенных веществ, эмульгированных жировых компонентов, нефтепродуктов, тяжелых металлов, коллоидно-диспергированных растворенных органических соединений и проч.), в частности к устройствам для физико-химической очистки сточных вод и может быть использована на предприятиях нефтеперерабатывающей, машиностроительной, легкой, пищевой промышленности и для очистки близких к указанным по составу сточных вод малых расходов при ограниченных площадях под очистные сооружения. Устройство для очистки многокомпонентных сточных вод содержит поливинилхлоридный корпус со встроенным пакетом горизонтально чередующихся перфорированных пластинчатых электродов равным 20 имеющих толщину 0,0015 м, которые установлены на контактных направляющих шпильках. Электроды и контактные направляющие шпильки изготовлены из нержавеющей стали. Электроотрицательные и электроположительные электроды разделены между собой диалектическими прокладками и гайками, выполненными из фторопласта. Расстояние между электроотрицательными и электроположительными электродами составляет 3,5 мм. В состав устройства входят встраиваемые адсорбер и сборный приемник флотошлама. Скорость движения жидкости в устройстве составляет не менее 0,3 м/ч. В качестве сорбционного материала используется активированный уголь марки АГ-3. Техническим результатом является повышение эффективности очистки сточных вод от органических загрязнений и тяжелых металлов. 7 з.п. ф-лы, 1 ил., 3 пр.

Приложение В

Технологическая схема водоподготовки



- B1 трубопровод холодной питьевой воды
- B3 трубопровод осветленной воды
- B4 трубопровод фильтрованной воды
- B5 трубопровод после озонаторной
- B6 трубопровод подачи промывной воды
- B7 трубопровод речной воды
- B8 трубопровод возврата осветленной воды
- B9 трубопроводы после УФО
- B10 трубопровод отвода воды после промывки
- K1 трубопровод хоз.-бытовой канализации
- K2 трубопровод переливных вод
- K4H трубопровод подачи осадка на сгустители
- R2 трубопровод р-ра коагулянта
- R3 трубопровод р-ра полиакриламида

Ш1 трубопровод шлама

Тум.	Наименование сооружения
1	УФО установка
2	Горизонтальные отстойники
2А	Смесители
4	Озонаторная
5	Скорые фильтры
6/11	Насосные станции
7/17	Насосная
8	Угольные фильтры
9	Резервуары РЧВ 10000м ³
9А	Фильтры-поглотители
10	Резервуар чистой воды 10000м ³
12	Реагентное хозяйство
12А	Контейнерная площадка
13	Сооруж. по обороту промыв. воды
15	Здание сгустителей осадка
16	АБК
22	Шламовая насосная
23	Тепловой пункт
24	
25	Насосная ХБС
26	Дренажная насосная

Приложение Г

Таблица исследований (испытаний) лаборатории «СОВ-НКНХ»

Акционерное общество
 «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим»
 423574, Республика Татарстан, Нижнекамский район, город Нижнекамск,
 территория Промзона, Сооружение 23
 Лаборатория химического анализа воды
 Лит.14А, Титул-16 Административно-бытовой корпус, 3-ий этаж
 телефон/факс: 8(8555) 49-92-05,49-92-28

ТАБЛИЦА ИССЛЕДОВАНИЙ (ИСПЫТАНИЙ) №489/23
 «1» сентября 2023г.

Наименование и адрес заказчика: АО «СОВ-НКНХ», г. Нижнекамск, территория Промзона, Сооружение 23
 Место отбора: Тит. 1, 2, 5, 8, 16.1
 Цель отбора: Согласно графика оперативного контроля качества воды
 Дата и время отбора: 01.09.2023г.
 Дата проведения исследований (испытаний):

Таблица Г.1 – Результаты исследований (испытаний)

№ п/п	Показатели	Ед. изм	ГОСТ	Вода пов. ист. водоснабжения	Отстойники общ.	Песч. общ.	Сорбц. общ.	Вода на город	Норматив по качеству питьевой воды СанПиН 1.2.3685-21 Не более
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Запах при 20°С	Баллы	ГОСТ Р 57164	-	-	-	-	1	2
2	Запах при 60°С	Баллы	ГОСТ Р 57164	-	-	-	-	1	2
3	Привкус	Баллы	ГОСТ Р 57164	-	-	-	-	0	2

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4	Цветность (Cr –Co) 20°C	Град	ГОСТ 31868- 2012 (метод Б)	26,4	14,0	13,5	11,6	8,0 7,5 7,7 8,2 8,5 8,9	20,0
5	Мутность (по формазину)	мг/дм ³	ГОСТ Р 57164	5,0	2,6	0,37	0,44	<0,29 <0,29 <0,29 <0,29 <0,29	1,5
6	Алюминий	мг/дм ³	ГОСТ 18165- 2014 (метод Б)	0,06	0,79	0,12	0,09	0,06	0,2
7	Окисляемо сть пермангана тая	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2.4. 154-99	5,12	4,08	3,34	3,12	2,56	5,0
8	Хлор остаточный связанный	мг/дм ³	ГОСТ 18190- 72	-	-	-	-	0,57 0,57 0,50 0,64 0,42 0,42 0,42 0,50 0,42 0,42 0,42	В пределах 0,8-1,2
9	Хлор остаточный свободный	мг/дм ³	ГОСТ 18190- 72	-	-	-	-	0,35 0,35 0,33 0,35 0,28 0,28 0,28 0,30 0,28 0,28 0,28 0,28	В пределах 0,3-0,5

Продолжение Приложения Г

Продолжение таблицы Г.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	Водородный показатель	ед. рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	7,64				7,33	6-9
11	Полиакриламид	мг/дм ³	ГОСТ 19355-85 (метод 2)		<0,0 2	<0,0 2	<0,0 2	<0,02 <0,02	2,0
12	Хлороформ	мг/дм ³	ГОСТ 31951-2012					0,037	0,06

Таблица Г.2 – Результаты исследований (испытаний)

Показатели	Ед. изм	ГОСТ	Отстойники (время отбора 7 ч)											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	12
Цветность	Град	ГОСТ 31868-2012 (метод Б)	13,7	13,5	13,5	13,2	13,9	14,1	14,0	14,3	13,0	-	13,3	13,8
Мутность	мг/дм ³	ГОСТ Р 57164	8,0	2,6	2,3	2,2	3,9	2,7	2,1	3,2	1,5	-	1,4	0,63

Продолжение Приложения Г

Таблица Г.3 – Результаты исследований (испытаний)

Микробиологические показатели					
1	Общие колиформные бактерии	КОЕ в 100,0 мл	МУК 4.2.1018-01	Отсутствие	Отсутствие
2	Термотолерантные колиформные бактерии	КОЕ в 100,0 мл	МУК 4.2.1018-01	Отсутствие	Отсутствие
3	Общее число микроорганизмов	КОЕ в 1,0 мл	МУК 4.2.1018-01	Отсутствие	Не более 50

Лаборант химического анализа
Начальник смены

Приложение Д

Отчет с эффективностью очистки лаборатории «СОВ-НКНХ»

Акционерное общество
 «Станция очистки воды – Нижнекамскнефтехим»
 423574, Республика Татарстан, Нижнекамский район, город Нижнекамск,
 территория Промзона, Сооружение 23
 Лаборатория химического анализа воды
 Лит.14А, Титул-16 Административно-бытовой корпус, 3-ий этаж
 телефон/факс: 8(8555) 49-92-05,49-92-28

Отчет
 с эффективностью очистки
 1 квартал 2023 г.

Место отбора, метод отбора Тит. 16, Тит. 1; ГОСТ Р 59024; ГОСТ Р 56237, ГОСТ 31942
 Наименование объекта вода питьевая, вода поверхностных источников водоснабжения

Таблица Д.1 – Отчет с эффективностью очистки

№ п/п	Показатели	Ед. изм	НД и МВИ	Норма тив по СанПи Н 1.2.368 5-21, не более	Результат КХА		Эффективность очистки воды %
					Вода пов. источ. водоснабжения	Пит ьева я вода	
1	2	3	4	5	6	7	8
Органолептические показатели							
1	Запах при 20°С	Баллы	ГОСТ Р 57164	2,0	0	1,0	при хлорировании
2	Запах при 60°С	Баллы	ГОСТ Р 57164	2,0	2,0	1,0	при хлорировании
3	Привкус при 20°С	Баллы	ГОСТ Р 57164	2,0	-	4,0	-
4	Цветность (Cr –Co) 20°С	Град	ГОСТ 31868	20,0	20,0	6,7	66,6
5	Мутность (по формазину)	мг/дм ³	ГОСТ Р 57164	1,5	1,6	< 0,29	81,9

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Обобщенные показатели							
6	Хлор остаточный связанный	мг/дм ³	ГОСТ 18190	0,8-1,2	-	0,73	-
7	Хлор остаточный свободный	мг/дм ³	ГОСТ 18190	0,3-0,5	-	0,33	-
8	Водородный показатель	рН	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121- 97	6,0-9,0	7,6	7,37	3,1
9	Сухой остаток	мг/дм ³	ПНДФ 14.1:2:4.114- 97	1000	502	543	коагуляция ГОХА-8
10	Жёсткость общая	° Ж	ГОСТ 31954-2012	7,0	5,6	5,43	3,0
11	Окисляемость перманганатная	мгО/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.154- 99	5,0	4,3	2,20	48,8
12	Химическое потребление кислорода	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:3.100- 97	н/н	25,0	-	-
13	Удельная электропроводность	мкСм/см	РД 52.24.495-2005	н/н	-	-	-
14	Нефтепродукты	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.128- 98	0,1	0,016	0,010	37,5
15	Полиакриламид	мг/дм ³	ГОСТ 19355	2,0	-	< 0,5	-
16	Анионные ПАВ	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.158- 2000	0,5	< 0,025	< 0,025	ниже пред. чувств.
17	Общая щелочность	ммоль/дм ³	РД 52.24.493-2006	н/н	-	-	-
Неорганические вещества							
18	Алюминий	мг/дм ³	ГОСТ 18165-2024 ПНДФ 14.1:2:4.166-2000	0,2	< 0,04	0,047	коагуляция ГОХА-8

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
19	Аммоний	мг/дм ³	ФР 1.31.2005.0 1.738	2,0	< 0,1	< 0,1	ниже пред. чувств.
20	Железо	мг/дм ³	ГОСТ 4011 ПНД Ф 14.1:2:4.50- 96	н/н	0,17	< 0,1	40,0
21	Кадмий	мг/дм ³	ГОСТ 31870	н/н	< 0,0001	< 0,0001	ниже пред. чувств.
22	Калий	мг/дм ³	ФР 1.31.2008.0 1738	0,1	6,55	6,4	2,3
23	Кальций	мг/дм ³	ФР 1.31.2008.0 1738	0,03	88,5	75,5	14,7
24	Кобальт	мг/дм ³	ГОСТ 31870	50,0	0,0093	0,0025	73,2
25	Литий	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.13 8-98	0,1	0,0074	0,0073	0,5
26	Магний	мг/дм ³	ФР 1.31.2008.0 1738	1,0	15,5	13,0	16,1
27	Марганец	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.21 4-06	0,07	0,057	0,05	12,8
28	Медь	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.21 4-06	0,01	0,2	0,2	ниже пред. чувств.
29	Молибден	мг/дм ³	ГОСТ 31870	200	0,0105	0,007	33,1
30	Мышьяк	мг/дм ³	ГОСТ 31870	0,01	-	-	-
31	Натрий	мг/дм ³	ФР 1.31.2008.0 1738	200	33,0	29,0	12,1
32	Никель	мг/дм ³	ФР 1.31.2008.0 1738	200	33,0	29,0	12,1
33	Нитраты-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	45,0	5,17	5,0	3,2
34	Нитрит-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	3,0	1,67	1,63	2,0

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
35	Фосфат-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	3,5	< 0,5	< 0,5	ниже пред. чувств.
36	Ртуть	мг/дм ³	ГОСТ 31950	0,0005	-	-	-
37	Свинец	мг/дм ³	ГОСТ 31870	0,01	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.
38	Серебро	мг/дм ³	ГОСТ 31870	0,05	-	-	-
39	Стронций	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.13 7-98	7,0	0,95	0,84	11,9
40	Сульфат-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	500	79,3	74,0	коагуляция ГОХА-8
41	Селен	мг/дм ³	ГОСТ 31870	0,01	-	-	-
42	Сурьма	мг/дм ³	ГОСТ 31870	0,005	-	-	-
43	Формальдегид	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.18 7-02	0,05	0,038	0,033	14,8
44	Фторид-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	1,5	0,86	0,78	9,3
45	Хлорид-ионы	мг/дм ³	ГОСТ 31867	350,0	59,0	60,0	при хлорировании
46	Цианиды	мг/дм ³	ГОСТ 31863	0,07	< 0,01	< 0,01	ниже пред. чувств.
Летучие ароматические углеводороды							
47	Фенол общ.	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.18 2-02	н/н	0,001	0,00061	42,0
48	Фенольный индекс	мг/дм ³	ПНД Ф 14.1:2:4.18 2-02	0,001	0,0011	0,00067	38,0
49	Толуол	мг/дм ³	ФР.1.31.20 13.16251	0,024	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.
50	О-Ксилол	мг/дм ³	ФР.1.31.20 13.16251	0,05	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.
Летучие галогенорганические соединения							
51	Хлороформ	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,06	0,005	0,032	при хлорировании

Продолжение Приложения Д

Продолжение таблицы Д.1

1	2	3	4	5	6	7	8
52	1,2-дихлорэтан	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,003	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.
53	Трихлорэтилен	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,005	< 0,0015	< 0,0015	ниже пред. чувств.
54	Бромдихлорметан	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,03	0,0014	0,011	при хлорирован ии
55	Дибромхлорметан	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,03	< 0,001	0,0059	при хлорирован ии
56	Тетрахлорэтилен	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,005	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.
57	Бромформ	мг/дм ³	ГОСТ 31951 (метод 2)	0,1	< 0,001	< 0,001	ниже пред. чувств.

Начальник лаборатории
химического анализа воды