

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Волгоградский государственный технический университет»  
Кафедра «Технология органического и нефтехимического синтеза»  
Кировский вечерний факультет

### **СЕМЕСТРОВАЯ РАБОТА**

**По курсу: Технология очистки и рекуперации промышленных отходов НПЗ**

**Тема: Химическая очистка сточных вод**

Выполнила:

Студент гр. ТВБ-585

Гусева А.Д

Проверил:

Ст. пр. Павлова С. В.

Волгоград 2023

## Содержание

Введение.....	3
1. Характеристика сточных вод.....	4
1.1 Характеристика загрязняющих веществ в сточных водах.....	8
2. Методы химической очистки сточных вод.....	11
3. Достоинства и недостатки метода химической очистки.....	15
Заключение.....	16
Список литературы.....	17

## Введение

Вода играет важную роль в условиях нормального функционирования человека. Она является важнейшим ресурсом для многих отраслей промышленности и служит источником жизни для всех живых существ. Поэтому тщательная очистка сточных вод так необходима.

Очистка сточных вод – это совокупность действий, направленных на удаление вредных примесей и веществ из стоков, нарушающих и загрязняющих экосистему, в результате которых происходит устранение или разрушение вредных веществ [1].

Загрязнённые промышленными или бытовыми сбросами воды рано или поздно попадают в почву или природные водоёмы. Природные системы самоочистки не способны уже перерабатывать загрязнения в таких объёмах и в таком составе, которые характерны для современных промышленных, сельскохозяйственных и других стоков.

В результате во многих случаях, когда не было принято своевременных мер по очистке стоков, многие природные водоёмы превратились в своеобразные сточные канавы или отстойники - накопители вредных веществ. Водные экосистемы, отравленные избыточными сбросами, лишались растений и животных, способных очищать воду, и нужны были значительные затраты, чтобы попытаться их восстановить.

В зависимости от качественной характеристики загрязнений и сферы их образования существуют различные методы для их обработки.

### **Приведем технологии очистки сточных вод:**

- механический способ
- химический способ
- физический способ
- биохимический способ
- биологический способ

В большинстве случаев при очистке сточных вод требуется использование комбинации двух и более способов. Методы выбирают исходя из состава загрязнений, от требуемой степени очистки, грунтовых условий, пропускной способности очистной станции [1].

В данной работе будут рассмотрены основные характеристики сточных вод а также характеристики загрязняющих веществ. Кроме того будут разобраны основные методы химической очистки сточных вод.

## 1. Характеристика сточных вод

**Сточные воды** – это воды, использованные на бытовые, производственные или другие нужды и загрязнённые различными примесями, изменившими их первоначальный химический состав и физические свойства, а также воды, стекающие с территории населённых пунктов и промышленных предприятий в результате выпадения атмосферных осадков или поливки улиц [2].

Сточные воды характеризуются следующими признаками:

- мутность воды – определяется с помощью мутномера: исследуемую воду сравнивают с эталонным раствором, который приготовлен из каолина (или из инфузорной земли) на дистиллированной воде, выражается в мг/л;
- цветность воды – определяется сравнением интенсивности окраски испытуемой воды со стандартной шкалой. Выражается в градусах цветности. В качестве стандартного раствора применяют раствор солей кобальта;
- сухой остаток – масса солей и веществ, которые остаются после выпаривания воды (мг/л);
- кислотность – измеряется в единицах рН. Природная вода обычно имеет щелочную реакцию ( $\text{pH} > 7$ );
- жёсткость – зависит от содержания солей  $\text{Ca}^{2+}$  и  $\text{Mg}^{2+}$ . Различают три вида жёсткости воды: общая, обусловленная содержанием солей кальция и магния независимо от содержания анионов; постоянная, обусловленная содержанием ионов  $\text{Cl}^-$  и  $\text{SO}_4^{2-}$  после кипячения в течение 1ч (она не удаляется); устранимая (временная) - устраняется кипячением. Жёсткость измеряется в мг-экв/л солей магния и кальция (1мг-экв соответствует 28 мг СаО) и в градусах ( $1^\circ$  - количество солей кальция и магния,

соответствующее 10 мг СаО в 1 л воды). 1° жёсткости = 10 мг-экв = 2,8° жёсткости;

- растворимый кислород – зависит от температуры воды и барометрического давления, измеряется в мг/л;
- биологическая потребность в кислороде (БПК) – количество кислорода, поглощаемое микроорганизмами в сточных водах. За критерии оценки БПК принята величина уменьшения количества растворённого кислорода в воде в течение 5 или 20 суток при температуре 20°С.

В зависимости от происхождения вида и состава сточные воды подразделяются на три основные категории: бытовые, производственные, атмосферные.

**Бытовые сточные воды** (от туалетных комнат, душевых, кухонь, бань, прачечных, столовых, больниц; они поступают от жилых и общественных зданий, а также от бытовых помещений) образуются в результате практической деятельности и жизнедеятельности людей.

**Производственные сточные воды** образуются в процессе производства различных товаров, изделий, продуктов, материалов и пр. К ним относятся отработавшие технологические растворы, маточники, кубовые остатки, технологические и промывные воды, воды барометрических конденсаторов, вакуум насосов и охлаждающих систем; шахтные и карьерные воды; воды химводоочистки, воды от мытья оборудования и производственных помещений, а также от очистки и охлаждения газообразных отходов, очистки твёрдых отходов и их транспортировки.

Состав производственных сточных вод зависит от характера производственного процесса и отмечается большим многообразием. В зависимости от состава примесей и специфичности их действия на водные объекты сточные воды могут быть разделены на следующие группы:

1) Воды, содержащие неорганические примеси со специфичными токсичными свойствами. Сюда входят стоки металлургии, гальванических цехов, предприятия машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности, заводы по производству кислот, строительных изделий и материалов, минеральных удобрений и другие. Они могут вызвать изменение рН воды водоёмов. Соли тяжёлых металлов являются токсичными по отношению к водным организмам.

2) Воды, в которых неорганические примеси не обладают токсичным действием. К этой группе относятся сточные воды рудообогатительных фабрик, цементных заводов и других. Примеси такого типа находятся во взвешенном состоянии. Для водоёмов особой опасности эти воды не представляют.

3) Воды, содержащие нетоксичные органические вещества. Сюда входят сточные воды в основном предприятий пищевой промышленности (мясной, рыбной, молочной), целлюлозно-бумажной, микробиологической, химической промышленности, заводы по производству каучука, пластмасс и другие. При попадании их в водоём возрастает окисляемость, БПК, снижается концентрация растворённого кислорода.

4) Воды, содержащие органические вещества со специфическими токсичными свойствами. К этой группе относятся сточные воды нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, текстильной, лёгкой, фармацевтической промышленности, заводы по производству сахара, консервов, продуктов органического синтеза и другие.

**Атмосферные сточные воды** образуются в процессе выпадения дождей и таяния снега, как на жилой территории населённых пунктов, так и территории промышленных предприятий, АЗС и др. Часто эти воды называют дождевыми или ливневыми, вследствие того, что в большинстве случаев максимальные (расчётные) расходы образуются в результате выпадения ливней (дождей).

В практике используются также понятие **городские сточные воды**, которые представляют с собой смесь бытовых и производственных сточных вод [2].

### 1.1 Характеристика загрязняющих веществ в сточных водах

Самыми распространенными причинами неудовлетворительного функционирования очистных реакторов являются:

- Неправильный подбор метода обработки, который не обеспечивает удаление каких-либо специфических загрязнений, характерных для данного стока
- Не достаточно хорошо организованная эксплуатация ОС
- Использование неэффективных, устаревших с технологической точки зрения, процессов. В различных сферах деятельности человека образуются разнообразные отходы

К каждому виду загрязнений необходим свой подход и технология очистки сточных вод для их исключения и дальнейшей переработки. Более подробно рассмотрим загрязняющие вещества некоторых отраслей промышленности.

Нефтехимические предприятия добавляют значительное количество плавающих веществ – нефтепродуктов, фенолов, АПАВ, а также тяжелых металлов, взвешенных веществ.

Данные соединения меняют структуру воды, уменьшая насыщение ее кислородом, увеличивая вязкость.

Целлюлозно-бумажное производство сбрасывает древесное волокно, красители, фенолы, лигнин, кроме этого характеризуются высоким содержанием взвешенных веществ [3].

Попадающие в водные акватории древесные компоненты постепенно там разлагаются, выделяя при этом нездоровые газы, такие как метан, сероводород,

диоксид углерода. Доступ кислорода в водный бассейн затрудняется, что ведет к гибели живых организмов.

Текстильная промышленность продуцирует стоки, содержащие в своем составе совокупность труднорастворимых органических и минеральных комплексов.

В них находятся натуральные и синтетические волокна, краски и т.п., которые характеризуются высокими цветностью и щелочностью. В химический состав красителей входят токсичные элементы (Cu, Zn, Pb, Cr, Ni, ионы твердых металлов). Накапливаясь в биоценозах, приводят к изменению всех ферментативных реакций в них. Пенообразующие вещества затормаживают аэрацию водной среды.

Пищевая отрасль характеризуется высоким содержанием органических веществ, как в растворимом виде, так и в форме взвесей.

Так, сбрасываемые убойными цехами мясных фабрик стоки, характеризуются значительным присутствием кровяных масс, жирных частиц, остатков шкур, шерсти, биогенных элементов. А стоки с молочного и маслосырдельного производства не стабильны по составу и включают белковые вещества, углеводы, жиры, которые легко загнивают и закисают, понижая щелочность сред. Для них характерно наличие мутности, которую дают творожистые взвеси и сырные крошки. Так же присутствуют различные соли, в основном хлориды. На птицефабриках же часто наблюдается присутствие пера и пуха, имеющих в составе растворенные кератины, а также нитратные и фосфатные группы.

Рыбоперерабатывающие заводы тоже сбрасывают много органики, биологически легко окисляемой. Например, рыбий жир, включающий ненасыщенные жирные кислоты, а так же небелковые азотистые группы и клетчатку, которые более устойчивы к биоокислению [3].

Любое из пищевых производств так же добавляет в стоки песок, частички глины, фосфаты и АПАВ от мойки оборудования или помещений.

Воды от спирт заводов имеют низкую активную реакцию среды, отличаются неравномерностью притока и колебаниями загрязненности вследствие залповых сбросов, а так же содержат большое количество грубодисперсных, коллоидных и растворенных, легко загнивающих органических загрязнений.

Воды сельскохозяйственных производств – причина органических загрязнений водоемов растительными волокнами, остатками плодов и овощей, фекальными массами, которые содержат большое количество вирусов, грибов, бактерий и пагубно влияют на экосистему, подрывая ее способность к самоочищению.

Ядохимикаты, минеральные удобрения, попадающие в воду с полей во время межсезонных процессов, – все это, так же, колоссально загрязняет водоемы.

Хозяйственно-бытовые стоки городов представляют не меньшую угрозу. Синтетические моющие препараты, болезнетворные бактерии, гельминты производят кардинальное воздействие на микрофлору акваторий.

## 2. Методы химической очистки сточных вод

Основными методами химической очистки производственных сточных вод являются нейтрализация и окисление. К окислительным методам относится также электрохимическая обработка.

Химическая очистка может применяться как самостоятельный метод перед подачей производственных сточных вод в систему оборотного водоснабжения, а также перед спуском их в водоем или в городскую канализационную сеть.

Применение химической очистки в ряде случаев целесообразно (в качестве предварительной) перед биологической или физико-химической очисткой. Химическая обработка находит применение также и как метод глубокой очистки производственных сточных вод с целью их дезинфекции, обесцвечивания или извлечения из них различных компонентов [3].

При локальной очистке производственных сточных вод в большинстве случаев предпочтение отдается химическим методам.

Производственные сточные воды от технологических процессов многих отраслей промышленности содержат щелочи и кислоты. В большинстве кислых сточных вод содержатся соли тяжелых металлов, которые необходимо выделять из этих вод.

С целью предупреждения коррозии материалов канализационных очистных сооружений, нарушения биохимических процессов в биологических окислителях и водоемах, а также осаждения из сточных вод солей тяжелых металлов кислые и щелочные стоки подвергают нейтрализации. Реакция нейтрализации — это химическая реакция между веществами, имеющими свойства кислоты и основания, которая приводит к потере характерных свойств обоих соединений.

При химической очистке применяют следующие способы нейтрализации:

- а) взаимная нейтрализация кислых и щелочных сточных вод;
- б) нейтрализация реагентами;

в) фильтрование через нейтрализующие материалы.

Выбор способа нейтрализации зависит от многих факторов: виды и концентрации кислот, загрязняющих производственные сточные воды; расхода и режима поступления отработанных вод на нейтрализацию; наличия реагентов; местных условий и т.п.

Окислительный метод очистки применяют для обезвреживания производственных сточных вод, содержащих токсичные примеси (цианиды, комплексные цианиды меди и цинка) или соединения, которые нецелесообразно извлекать из сточных вод, а также очищать другими методами (сероводород, сульфиды) [3].

Такие виды сточных вод встречаются в машиностроительной (цехи гальванических покрытий), горнодобывающей (обоганительные фабрики свинцово-цинковых и медных руд), нефтехимической (нефтеперерабатывающие и нефтехимические заводы), в целлюлозно-бумажной (цехи варки целлюлозы) и в других отраслях промышленности.

В узком смысле окисление - реакция соединения какого-либо вещества с кислородом, а в более широком - всякая химическая реакция, сущность которой состоит, в отнятии электронов от атомов или ионов.

В практике обезвреживания производственных сточных вод в качестве окислителей используют хлор, гипохлорит кальция и натрия, хлорную известь, диоксид хлора, озон, технический кислород.

Озон является сильным окислителем и обладает способностью разрушать в водных растворах при нормальной температуре многие органические вещества и примеси.

По сравнению с другими окислителями, например, хлором, озон имеет ряд преимуществ. Его можно получать непосредственно на очистных установках, причем сырьем служит технический кислород или атмосферный воздух. Перспективность применения озонирования как окислительного метода обусловлена также тем, что оно не приводит к увеличению солевого состава

очищаемых сточных вод, не загрязняет воду продуктами реакции, а сам процесс легко поддается полной автоматизации [4].

На рис.1 представлена схема контактного аппарата для озонирования воды.

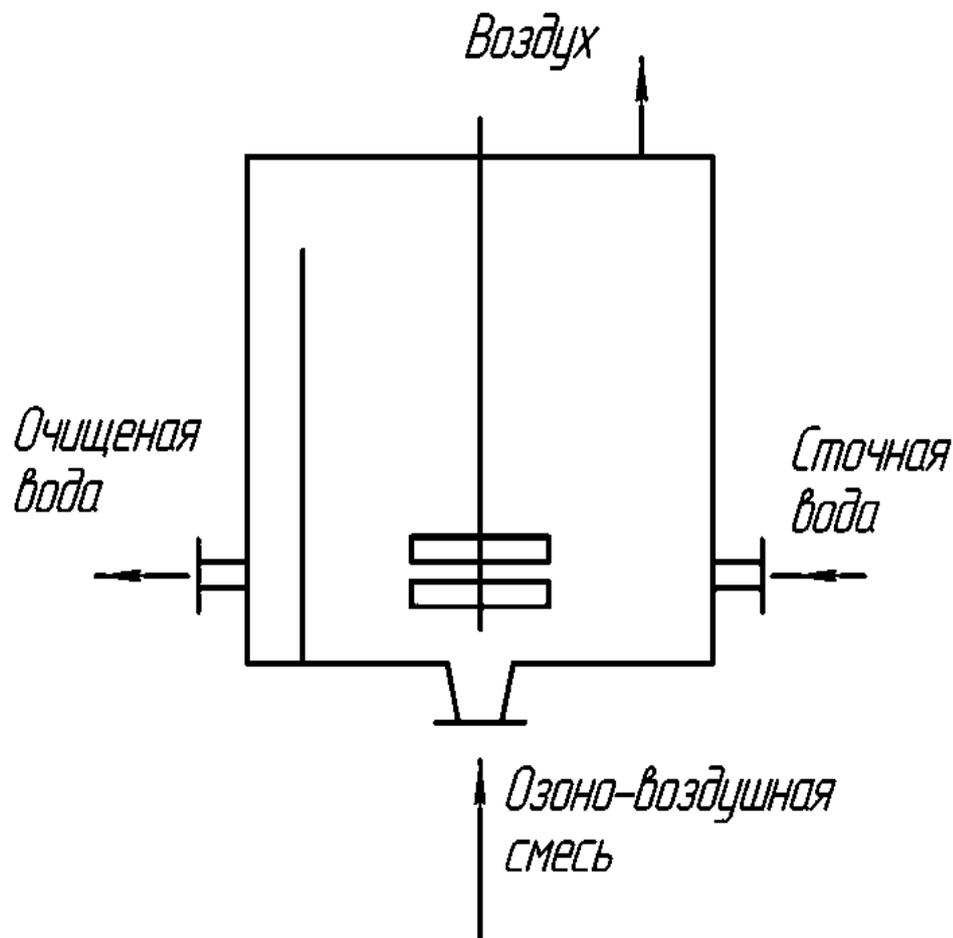


Рисунок 1 – Контактный аппарат для озонирования воды.

Восстановление применяют, когда в воде содержатся легко восстанавливаемые вещества – соединения ртути, хрома, мышьяка.

Например, соединения ртути восстанавливаются до металлической ртути, которая удаляется отстаиванием или фильтрованием.

В качестве восстановителей используют сульфит железа, гидросульфит натрия, сероводород, активный уголь, диоксид серы и др.

На рис.2 представлена схема установки восстановления хрома непрерывного действия.

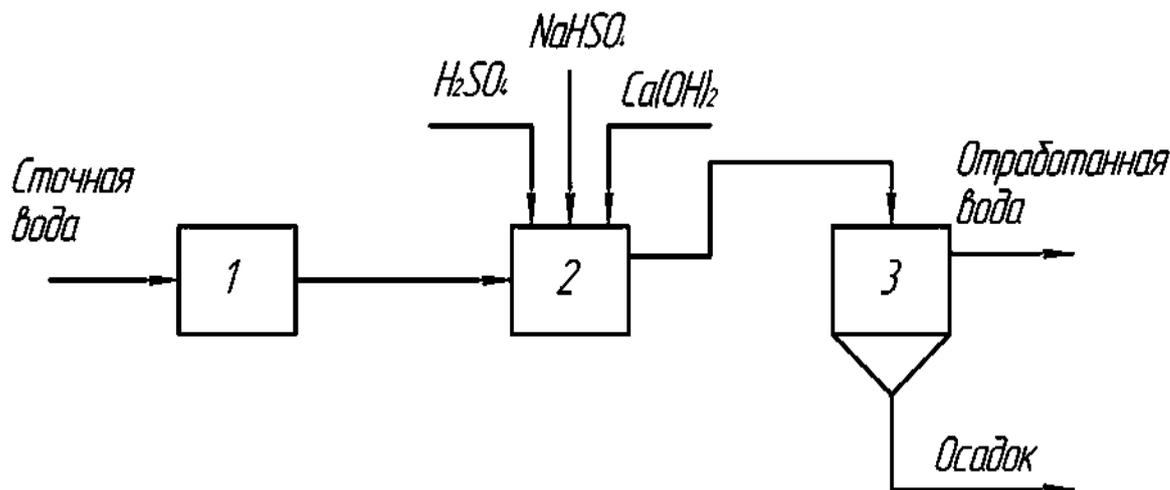


Рисунок 2 – Схема установки восстановления хрома непрерывного действия.

1- усреднитель; 2 – смеситель; 3 – емкость для нейтрализации и отстаивания.

Электрохимические методы очистки основаны на электролизе производственных сточных вод. Химические превращения при электролизе могут быть различными в зависимости от вида электролита, а также материала электродов и присутствия различных веществ в растворе.

Основу электролиза составляют два процесса: анодное окисление и катодное восстановление. На аноде, выполненном из материалов, не подвергающихся электролитическому растворению (платина, графит), в зависимости от солевого состава обрабатываемых сточных вод и условий электролиза выделяются кислород и галогены, а также окисляются некоторые присутствующие в сточных водах органические вещества [4].

На катоде происходит выделение газообразного водорода и восстановление некоторых присутствующих в сточных водах органических веществ.

Электрохимическую обработку целесообразно применять при очистке концентрированных органических и неорганических загрязнений и небольших расходах производственных сточных вод.

### 3. Достоинства и недостатки метода химической очистки

Достоинства:

- 1) Простота эксплуатации;
- 2) Возможность выделения дорогостоящих компонентов;
- 3) Обезвреживание кислых и щелочных стоков, а также токсичных примесей и тяжелых металлов.

Недостатки:

- 1) Большой расход реагентов;
- 2) Дополнительное загрязнение стоков реагентами;
- 3) Требуется доочистка перед повторным использованием, или сбросом в водоем;
- 4) Требуется корректировка при изменении параметров стоков.

## Заключение

В данной работе были рассмотрены основные характеристики сточных вод, а также характеристики загрязняющих веществ.

Выделены такие загрязнители как нефтепродукты, фенолы, АПАВ, тяжелые металлы, волокно, красители, лигнин, труднорастворимые органические и минеральные комплексы, песок, частицы глины, фосфаты, вирусы, грибы, бактерии, гельминты.

Кроме того, разобраны основные методы химической очистки сточных вод.

Химический способ подразумевает под собой окисление и восстановление, нейтрализацию, осаждение взвешенных веществ.

Эффективным методом окисления является озонирование, которое позволяет окислить огромное количество веществ органической и минеральной природы, уничтожить микроорганизмы.

Очистка сточных вод – это не простая, но обязательная процедура. Качественная реализация этой задачи обеспечивается грамотным выбором метода очистки или совокупностью методов. В ходе очистки сточных вод происходит устранение патогенных микроорганизмов, наносящих вред человеку и окружающей среде [5].

## Список литературы

1. Методы очистки сточных вод. – Текст: электронный // ООО «НПО «Агростройсервис»: официальный сайт. – 2018. – URL: <https://acs-nnov.ru/ochystka-stochnyh-vod.html> (дата обращения: 03.03.2023).
2. Инженерная экология: Учебник / Под ред. проф. В.Т. Медведева. -М.: Гардарики, 2002. - 687 с.
3. Сафонов, В. Д. Очистка поверхностных сточных вод / В. Д. Сафонов // Экология производства. – 2013. – 71 с.
4. С.И. Розанов «Общая экология». СПб.: Изд. «Лань», 2003г.
5. Методы химической очистки сточных вод. - Текст: электронный //Электронный ресурс О воде: официальный сайт. – 2018. – URL: <https://o-vode.net/ochistka/stochnye/metody/himicheskaya>