

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Эффективность системы очистки сточных вод
нефтеперерабатывающего завода**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента (ки) 4 курса 441 группы

направления 20.03.01 «Техносферная безопасность»

Института химии

Амановой Милены Маратовны

Научный руководитель

К.Восн.н., доцент

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

М.И. Иванюков

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2020

ВВЕДЕНИЕ

Вода очень важна в процессах возникновения жизни на Земле, потому что именно вода формирует климат, участвует в химических процессах, происходящих в организмах людей и животных.

На качество воды существенное влияние оказывают вещества и соединения, содержащиеся в ней в различных концентрациях. Сточные воды содержат нефтепродукты, органические и неорганические вещества (аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и др.). Превышение концентрации этих загрязняющих веществ может оказать вредное воздействие как на людей, так и на биологическое состояние водоема.

В связи с этим, *актуальность* данной работы обусловлена потребностью улучшения качества очистки с целью достижения требуемых параметров для сброса в рыбохозяйственный водоем.

Под очисткой сточных вод подразумевается их обработка с целью извлечения или разрушения содержащихся в них минеральных и органических веществ до степени, позволяющей сбрасывать эти воды в водоемы или повторно использовать их для производственных или других целей. К очистке воды также относится ее обезвоживание и обеззараживание, удаление вредных для человека, животных или растений веществ и устранение болезнетворных микроорганизмов или вирусов [1].

В целом большинство проблем очистки нефтесодержащих вод уже сейчас могут быть решены на современном уровне. Этот уровень предлагает эффективность, надежность, гибкость технологических решений, а также долговременную, не менее 15-20 лет, безопасную работу применяемого водоочистного оборудования.

Такие водоочистные комплексы позволяют в одном компактном блоке разместить несколько модулей, обеспечивающих требуемые качественные показатели очистных вод [2].

В России проблема чистой воды стоит очень остро. Вместе со сточными водами в поверхностные водные объекты Российской Федерации ежегодно поступает около 10–11 млн. т загрязняющих веществ.

Экологическая ситуация и в Саратовской области также остается сложной. Так ливневые стоки г. Саратова загрязняют р. Волгу крупными объемами нефтепродуктов [3].

Причинами этого являются применение устаревших технологий очистки сточных вод и прием объектами жилищно–коммунального хозяйства загрязненных стоков городских промышленных предприятий.

Целью работы является изучение методов очистки сточных вод нефтеперерабатывающего завода, а также выявление эффективности системы очистки сточных вод НПЗ. Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать существующую систему очистки сточных вод на предприятии;
2. Провести расчеты эффективности работы очистных сооружений;
3. Предложить перспективные методы по повышению качества очистки сточных вод предприятия до нормативных требований.

Раздел 1 Обзор литературы. Характеристика объекта исследования

В нефтесодержащих сточных водах предприятия всегда присутствуют механические примеси, органические вещества, тяжелые металлы, поверхностно-активные вещества, кислота, щелочь, в различной форме нефтепродукты. Качество и количество сточных вод на нефтеперерабатывающем предприятии зависит от многих условий, в том числе от исходного сырья, технологического процесса, местных условий и т.д. Концентрация загрязнений в образующихся сточных водах зависит также от наличия оборотных систем водоснабжения, состояния основного технологического оборудования [1, 4].

Данные по составу стоков первой и второй систем канализации рассчитаны профильными службами предприятия, что в свою очередь обеспечивает разделение стоков по уровню содержания специфических загрязнений:

- слабо- и среднеминерализованных производственных сточных вод с высоким содержанием нефтепродуктов, с низким содержанием специфических загрязнений (сульфидов, аммоний-иона, фенола) - **первая система производственной канализации;**
- высокоминерализованных сточных вод от производственных и иных источников с высоким содержанием нефтепродуктов и специфических загрязнений (сульфидов, аммоний-иона, фенола) – **вторая система производственной канализации.**

Качественный состав стоков 1-й и 2-й систем канализации, поступающих на очистные сооружения предприятия представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Состав исходных производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, поступающих на очистные сооружения предприятия

Загрязнитель сточных вод	До очистки (мг/л)		Отводимых в р. Волга, мг/л	Разрешенный сброс загрязн. в-в., мг/л	ПДК рыбхоз. водоема, мг/л
	I Система	II Система			
рН	7,0-8,5	7,0-8,5	7,5	7,72	6,5-8,5
Взвешенные вещества	265-300	134,4-200	1,0	5,5	10,75
БПК ₅	90-150	75-100	2,0	7,1	2,0
Хлориды	120-175,5	335-350	139	191	300
Сульфаты	150-358	180-240	211	212	100
Нефтепродукты	150-744	135-719	0,196	0,196	0,05
Фенолы	0,08-0,24	0,1-0,535	0,001	0,009	0,001
Аммоний-ион	9,0-40	9,0-40	0,3	1,79	0,39
Нитрат-анион	0,13-3,5	0,03-5,0	2,7	64,5	40,0
Нитрит-анион	0,006-0,5	0,006-0,1	0,01	0,37	0,08
Ионы железа	2,5	3,6	0,15	0,25	0,1
Фосфаты	0,09-3,7	0,07-3,7	0,3	0,93	0,2
Хром ⁺⁶	<0,01	<0,01	0,005	0,005	0,02

Как видно из таблицы 1, нормы сброса по таким показателям как: сульфаты, нефтепродукты, фосфаты и ионы железа не соответствуют предельно допустимым концентрациям для сброса в рыбохозяйственный водоем. Это наглядно видно на рисунках 3 и 4.

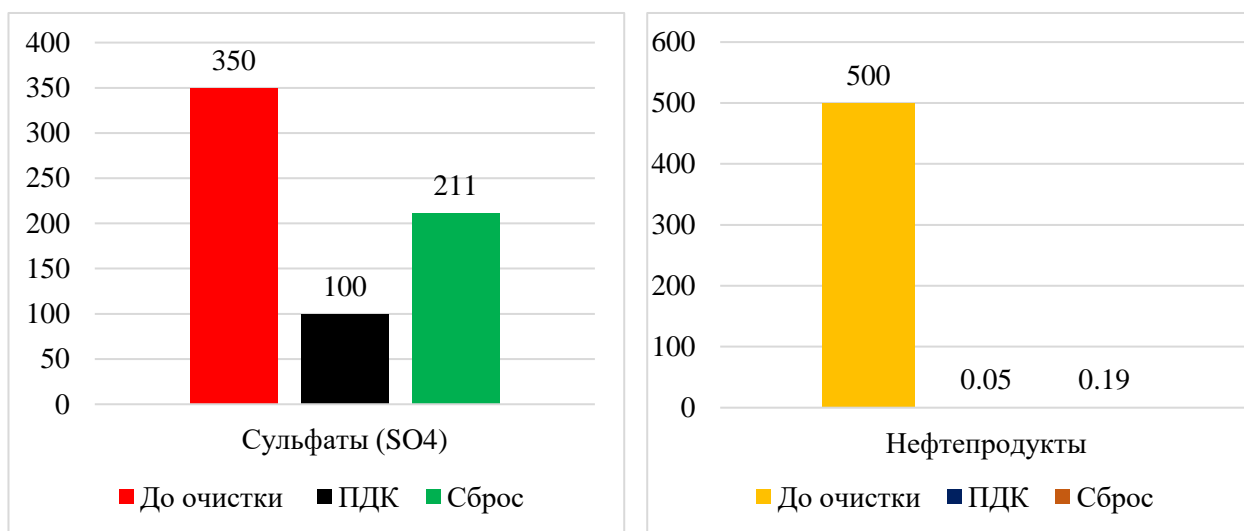


Рисунок 3 – Превышение норм ПДК по сульфатам и нефтепродуктам, мг/л.

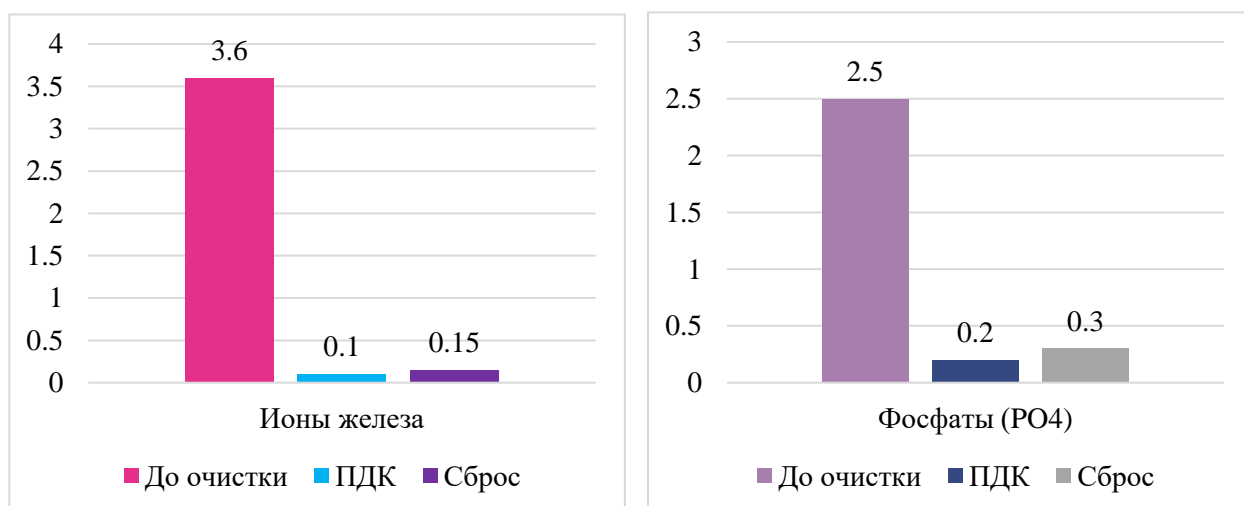


Рисунок 4 – Превышение норм ПДК по ионам железа и фосфатам, мг/л.

Вывод: очистка стоков от данных загрязняющих веществ недостаточно эффективна, следовательно, необходимо рассмотреть более эффективные методы по повышению качества очистки сточных вод.

Раздел 2 Расчетная часть

2.1 Расчет эффективности работы очистных сооружений

Глубина очистки сточных вод очистными сооружениями и вынос примесей в водные объекты устанавливаются на основе нормативов предельно допустимых. В ходе анализа было выяснено, что сточная вода, сбрасываемая предприятием в реку Волгу, не соответствует ПДС по рыбохозяйственному водоему [5].

Для удовлетворительной очистки необходимо достичь требуемых параметров по сульфатам, нефтепродуктам, фосфатам и ионам железа.

Одними из перспективных способов повышения эффективности очистки, являются физико-химическая очистка и адсорбционная очистка сбрасываемых вод.

Физико-химическая очистка, основанная на применении процессов коагуляции, снижает количество загрязняющих веществ по нефтепродуктам, ионам железа и фосфатам [6].

Адсорбционная очистка, представляющая собой процесс поглощения загрязняющих веществ из сточных вод твердыми веществами–сорбентами, позволяет улучшить показатели загрязняющих веществ по нефтепродуктам и фенолам [7].

Показателями качества воды являются значения концентраций в ней вредных веществ. Для оценки целесообразности предложений рассчитаем эффективность существующих и предлагаемых очистных сооружений.

Необходимая эффективность очистки сточных вод от загрязняющего вещества определяется по формуле [8]:

$$\eta_i = \frac{C_{ст} - C_{оч}}{C_{ст}} \cdot 100\% ,$$

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

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

1. На основе данных, представленных в таблице 1, рассчитаем эффективность очистки существующих очистных сооружений по загрязняющим веществам:

$$\text{Сульфаты} \rightarrow \eta_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{464-211}{464} \cdot 100\% = 54,5\%$$

$$\text{Нефтепродукты} \rightarrow \eta_{\text{нп}} = \frac{874-0,196}{874} \cdot 100\% = 99,9\%$$

$$\text{Ионы железа} \rightarrow \eta_{\text{Fe}_{\text{общ}}} = \frac{6,1-0,15}{6,1} \cdot 100\% = 97,5\%$$

$$\text{Фосфаты} \rightarrow \eta_{\text{PO}_4} = \frac{4,72-0,3}{4,72} \cdot 100\% = 93,6\%$$

В целом, очистка сточных вод на предприятии является эффективной при оценке по критерию установленных допустимых норм сброса. Однако, система не соответствует требованиям к сбрасываемой воде по критерию ПДС рыбохозяйственного водоема. Для решения этого вопроса предлагаются пути поиска повышения эффективности очистных сооружений по критерию ПДС.

Эффективность предлагаемых установок для очистных сооружений по физико-химической и адсорбционной очистках была оценена по аналогичным установкам других предприятий.

Использовались данные по эффективности очистки соответствующих загрязняющих веществ на предприятии, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Данные по степени очистки сточных вод на предлагаемых установках по загрязняющим веществам

Наименование показателей	Значение, мг/л
Сульфаты	85
Нефтепродукты	0,05
Ионы железа	0,1
Фосфаты	0,2

2. Рассчитаем эффективность очистки предлагаемых очистных сооружений по загрязняющим веществам:

$$\text{Сульфаты} \rightarrow \eta_{\text{SO}_4^{2-}} = \frac{464-85}{464} \cdot 100\% = 81,7\%$$

$$\text{Нефтепродукты} \rightarrow \eta_{\text{нп}} = \frac{874-0,05}{874} \cdot 100\% = 99,9\%$$

$$\text{Ионы железа} \rightarrow \eta_{\text{Fe}_{\text{общ}}} = \frac{6,1-0,1}{6,1} \cdot 100\% = 98,4\%$$

$$\text{Фосфаты} \rightarrow \eta_{\text{PO}_4} = \frac{4,72-0,2}{4,72} \cdot 100\% = 95,8\%$$

В таблице 3 представлена сравнительная характеристика качества сточных вод до и после реконструкции очистных сооружений.

Таблица 3 – Сравнительная характеристика качества сточных вод до и после реконструкции очистных сооружений

Наименование показателей	Сточные воды после очистки на существующих очистных сооружениях, мг/л	Сточные воды после очистки на предлагаемой установке, мг/л
Сульфаты	211	85
Нефтепродукты	0,19	0,05
Ионы железа	0,25	0,1
Фосфаты	0,3	<0,2

На основании данных таблицы 3 можно сделать вывод, что предлагаемые методы очистки позволяют достичь требуемых показателей для сброса в рыбохозяйственный водоем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании анализа научно-исследовательских работ и общедоступных источников была осуществлена оценка существующей системы сбора и очистки сточных вод нефтеперерабатывающего завода.

Было выяснено, что в настоящее время, сбрасываемая вода не соответствует надлежащему качеству для сброса в рыбохозяйственный водоем. Об этом свидетельствуют нормативы, предъявляемые к сточной воде.

Нарушение нормативов допустимого сброса является достаточно серьезной проблемой для экологического состояния реки Волги. Поэтому, предложены наиболее перспективные методы очистки сточных вод:

1. Для снижения содержания нефтепродуктов, ионов железа, сульфатов и фосфатов в сточной воде НПЗ целесообразно внедрить комбинированные сооружения физико-химической очистки (отстойники-коагуляторы, флотаторы-коагуляторы). При этом эффективность очистки увеличивается на 5% и составит не менее 88%.

2. Для снижения остаточных концентраций загрязняющих веществ предложен адсорбционный метод очистки сточных вод на активированном угле. Предполагается, что после применения данного метода эффективность очистки составит не менее 10%.

В результате внедрения предлагаемых очистных сооружений эффективность очистки от загрязняющих веществ составит порядка 99,9%. Это позволит снизить концентрации загрязняющих веществ в сбрасываемой воде до нормативных требований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: «Издательство АСВ», 2006. – 704 с.
2. Анапольский, В.Н. Очистка нефтесодержащих сточных вод / В.Н. Анапольский, С.В. Олиферук, А.П. Романенко – М.: «С.О.К.», 2011. – 31 с.
3. Абрамов, Л.С. Доклад о состоянии и об охране окружающей среды Саратовской области в 2018 году / Л.С. Абрамов, Т.И. Бирюкова, О.А. Василенков – Саратов: Министерство природных ресурсов и экологии Саратовской области, 2019. – 215 с.
4. Генцлер, Г.Л. Очистка сточных вод в нефтеперерабатывающей промышленности / Г. Л. Генцлер, А.М. Шарков // Экология и промышленность России. ЭЖиП. – 2004, № 10 – С. 15-17.
5. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (с изменениями на 12 октября 2018 года) // [Электронный ресурс]: <http://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения 16.03.2020) – Загл. с экрана. – Яз.рус.
6. Никифоров, А.Ф. Физико-химические основы процессов очистки воды / А.Ф. Никифоров, А.С. Кутергин, И.Н. Липунов, И.Г. Первова – Екатеринбург: «Издательство Уральского университета», 2016. – 164 с.
7. Крылов, И.О. Установка доочистки сточных и ливневых вод от нефтепродуктов / И.О. Крылов, С.И. Ануфриева, В.И. Исаев // Экология и промышленность России. – 2002, № 6 – С. 17-20.
8. Гудков, А. Г. Механическая очистка сточных вод: учеб. пособие / А. Г. Гудков. – Вологда: «ВоГТУ», 2003. – 152 с.