

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

**Модернизация установки биологической очистки сточных вод НПЗ
путем замены аэротенков на окситенки**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 431 группы

направления 18.03.01 «Химическая технология»

код и наименование направления, специальности

Института химии

Вачуговой Анастасии Николаевны

Научный руководитель

доцент, к.х.н.

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

В.З.Углова

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина

инициалы, фамилия

Саратов 2016 год

ВВЕДЕНИЕ

Современная нефтехимическая промышленность использует большое количество вод, измеряемое миллион кубических метров в сутки. Наряду с этим, эти предприятия сбрасывают большое количество сточных вод в окружающую среду. Таким образом, рациональное комплексное использование водных ресурсов является крупной технологической, технической и экономической задачей.

В зависимости от назначения потребляемой воды условно подразделяется на промышленную и питьевую воды. В каждой из них содержание примесей регламентируется соответственно государственным стандартам. Питьевая вода в первую очередь освобождается от бактерий, к ней предъявляет особое требование в отношении вируса, цвета и запаха. Промышленная вода не должна содержать примеси больше допустимой нормы, которую устанавливали в зависимости от производства, на котором используется вода.

В сточных водах содержатся очень разнообразные примеси, грубодисперсные, коллоидные частицы, минеральные, органические вещества и биологические микроорганизмы. В задаче очистки воды включаются следующие операции: осветление обеззараживание, умягчение, дегазация и дистилляции. Очистку сточных вод нефтехимических производств можно осуществлять различными методами: механическими, химическими, физико-химическими и биологическими. Кроме того, используют термические методы, приводящиеся к ликвидации сточных вод, а также методы закачки сточных в подземных горизонтах или их захоронении. Применяющие методы очистки сточных могут быть подразделяется на регенеративные, связанные с извлечением примесей, и деструктивные, обуславливающие разрушением примесей. Важное место среди этих методов очистки промышленных и бытовых стоков занимает биологическая очистка. Этот метод основан на способности микроорганизмов утилизировать в

качестве питательных веществ органические соединения, растворенные в сточных водах. Потребление органики может происходить как в присутствии кислорода (аэробная очистка), так и в его отсутствие (анаэробная очистка). Благодаря высокой эффективности данный метод очистки сточных вод получили наиболее широкое распространение.

Следует отметить, что в последние годы в России проводится политика ужесточения законодательства в области очистки сточных вод промышленных объектов. Многие нефтеперерабатывающие предприятия стремятся провести реконструкцию очистных сооружений для того, чтобы соответствовать современным требованиям.

В связи с этим цель выпускной квалификационной работы – повышение эффективности очистки сточных вод от нефтепродуктов, взвешенных веществ, химических веществ путем усовершенствования системы биологической очистки (замены аэротенков I и II ступеней на окситенки) – является актуальной.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- 1) рассчитать материальный баланс процесса очистки сточных вод до и после модернизации системы биологической очистки;
- 2) рассчитать и сравнить основные параметры аэротенков I и II ступеней и окситенка;
- 3) дать экономическую оценку проекту.

Структура и объем выпускной квалификационной работы (ВКР).

ВКР состоит из введения, обзора литературы, двух разделов, в которых представлены расчетные данные, выводов, списка использованных источников и приложения, содержащего чертежи. Работа изложена на 59 страницах, содержит 7 рисунков и 9 таблицы, список использованной литературы состоит из 28 наименований.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Технологическая схема биологической очистки сточных вод НПЗ представлена рисунке 1.

Из приемной камеры К1/К22 стоки самотеком направляются по лотку на решетки - дробилки Д-1/1, Д-1/2. Далее сточные воды поступают в песколовки П-1, П-2. Песок, осевший в конусной части песколовки, с помощью гидроэлеваторов откачивается по трубопроводу К-18 в бункеры обезвоживания Б-1, Б-2, где песок оседает вниз, а верхний слой - вода - самотеком по переливной трубе К-19 отводится в приемную камеру К1/К22. Обезвоженный осадок (песок) из бункеров выгружается на автосамосвалы и вывозится в отвал. Сточные воды из песколовок П-1, П-2 по самотечному лотку поступают в камеру К2/К22. Стоки из камеры К2/К22 поступают по дюкерному трубопроводу в распределительную чашу первичных отстойников РЧ-3, откуда по двум дюкерным трубопроводам К22 направляются на первичных отстойника ПО-1, ПО-2. Из металлического бункера плавающие вещества вместе с определенным количеством воды поступают в резервуар - жироборник ЖС-1 по самотечному трубопроводу К-30. Из колодца жироборника насосами Н-5, Н-14 по напорному трубопроводу К-23 смесь откачивается в камеру 3.

Все осветленные стоки после первичных отстойников ПО-1, ПО-2 по трубопроводу К-22 поступают в камеру смешения и усреднения сточных вод К1/К6. Из камеры К1/К6 стоки по трубопроводу К-6 поступают в двухсекционный смеситель СМ-И/1, СМ-И/2, где происходит усреднение и перемешивания стоков, а так же растворов биогенных добавок, воздухом. Из смесителя СМ-И/1, СМ-И/2, смесь сточной воды самотеком по трубопроводу К-6 поступает в верхний канал аэротенка I ступени, откуда через шибер равномерно распределяется на две секции А-И/1, А-И/2 в распределительные лотки. Из распределотков стоки поступают в коридоры-смесители, где, смешиваясь с активным илом, подвергаются биологической очистке.

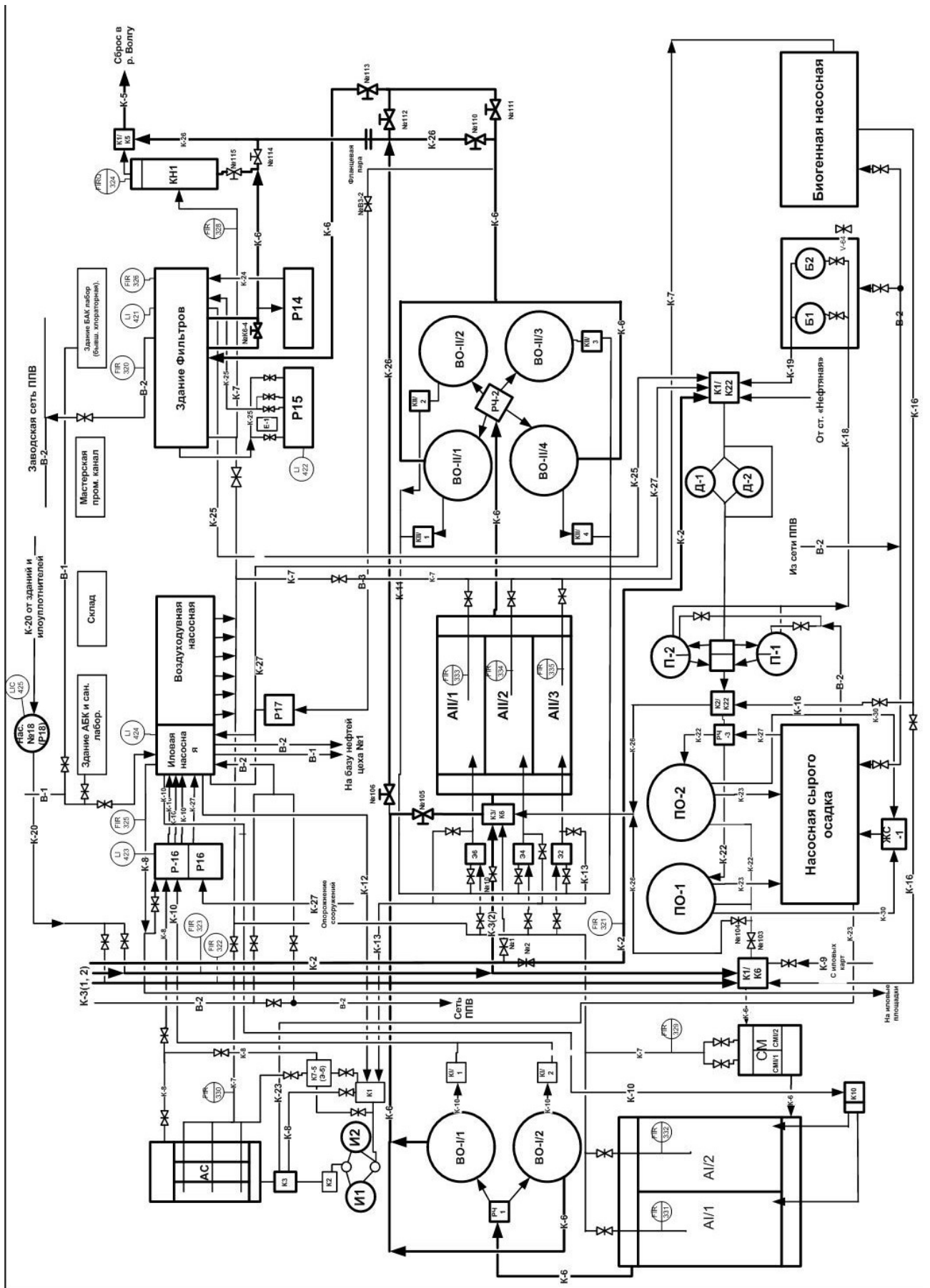


Рисунок 1 – Технологическая схема биологической очистки сточных вод НПЗ.

Пройдя аэротенк А-I/1, А-I/2, смесь частично очищенных стоков и активного ила поступает в канал иловой смеси и далее по трубопроводу К-6 поступает в распределительную чашу РЧ-1 вторичных отстойников I ступени, откуда равномерно по дюкерным трубопроводам К-6 распределяется между двумя вторичными отстойниками ВО-I/1, ВО-I/2. Осевший на дно отстойника активный ил с помощью сосунов, укрепленных на подвижной ферме илососа, направляется по трубопроводу К-10 в камеры выпуска ила К-I/1, К-I/2, оборудованные щитовыми затворами (шиберами), позволяющими регулировать количество отбираемого ила путем изменения уровня перелива. Из камер выпуска ила К-I/1, К-I/2 ил по самотечному трубопроводу К-10 направляется в резервуар активного ила I ступени Р-16, откуда забирается насосами Н-9, Н-10, Н-11, расположенными в иловой насосной, и по трубопроводу К-10 подается в иловую камеру К-10, перед аэротенком I ступени. Далее по самотечному трубопроводу К-10 ил распределяется на два регенератора аэротенка I ступени. Частично очищенные стоки из вторичных отстойников I ступени, собираясь в периферийном сборном лотке, самотеком направляются по трубопроводу К-6 через колодец К2/К6, камеру К3/К6 в распределительный канал аэротенка II ступени, откуда через шибера распределительных лотков стоки направляются в коридоры-смесители АII/1, АII/2, АII/3, где, смешиваясь с активным илом, повторно подвергаются биологической очистке.

Биологическая очистка в аэротенке II ступени происходит аналогично очистке на I ступени. Пройдя аэротенк II ступени, смесь очищенных стоков и активного ила поступает через перелив в отводящий канал, откуда по подземному трубопроводу К-6 направляется в распределительную чашу РЧ-2 отстойников II ступени (третичные). Из распределительной чаши смесь очищенных стоков и активного ила по трубопроводу К-6 поступает в центральные переливные воронки отстойников II ступени ВО II/1, ВО II/2, ВО II/3, ВО II/4.

Устройство отстойников II ступени и принцип работы аналогичен вторичным отстойникам I ступени. Из камер выпуска по самотечному трубопроводу К-П активный ил направляется в камеры эрлифтов Э-2, Э-4, Э-6. Активный ил эрлифтами Э-2, Э-4, Э-6 подается в коридоры - регенераторы аэротенка II ступени. Избыточный активный ил направляется по трубопроводу К-13 в аэробный стабилизатор АС на стабилизацию.

Очищенные сточные воды из отстойников II ступени поступают по самотечному трубопроводу К-6 на кварцевые фильтры, расположенные в здании фильтров. После кварцевых фильтров вода самотеком, по трубопроводу К-6, поступает на две параллельно работающие установки ультрафиолетового облучения УФО-1, УФО-2. Обработываемые стоки поступают в камеру облучения, где подвергаются воздействию УФ-излучения

Из аппаратов УФО, по трубопроводу К-6, часть обеззараженных стоков поступает в резервуар фильтрованной воды Р-14, остальные стоки направляются в канал насыщения кислородом КН-1. Насыщение сточной воды кислородом происходит за счет подачи воздуха в фильтросные трубы, уложенные на дно канала. Из канала насыщения очищенные стоки, по трубопроводу, через камеру К-1/5 и далее по коллектору К-5 через рассеивающий выпуск поступают в р. Волга.

В настоящее время на предприятии в блоке БОСВ применяют аэротенки смесители и вытеснители. В *аэротенках-смесителях* обеспечиваются рассредоточенная подача воды и активного ила и рассредоточенный отвод иловой смеси, благодаря чему происходит моментальное перемешивание сточных вод и активного ила, поддерживаются постоянными состав иловой смеси и скорость процесса окисления в аэротенке. А в *аэротенке-вытеснителе* в отличие от аэротенков-смесителей сточная вода поступает в коридор аэротенка с торца и перемещается медленно к торцу противоположной стороны. Благодаря чему они обладают такими *достоинствами* как высокая скорость окисления,

способность очищать концентрированные сточные воды, отсутствие «проскока» неокисленных загрязнений, простота конструкций.

Однако разработаны и производятся такие составляющие системы БО как *окситенки*. Сточная вода поступает в зону аэрации по трубе. Под воздействием скоростного напора, развиваемого турбоаэратором, иловая смесь через окна поступает в илоотделитель. Благодаря направляющим щиткам жидкость в илоотделителе медленно движется по окружности. В сочетании с перемешивающим устройством все это значительно интенсифицирует процесс отделения и уплотнения ила. Очищенная вода проходит сквозь слой взвешенного активного ила, доочищается от взвешенных и растворенных органических веществ, поступает в сборный лоток и отводится по трубе. Возвратный активный ил опускается по спирали вниз и через окна поступает в камеру аэрации. **Отличительными признаками** окситенки являются высокая эффективность использования подаваемого кислорода, значительное сокращение общего объема сооружения в связи с двухцелевым использованием объемов илоотделителя. Благодаря значительному запасу растворенного кислорода в иловой смеси, поступающей в илоотделитель, и ее перемешиванию в циркуляционной зоне одновременно и интенсивно протекают два процесса – биологическое окисление и разделение иловой смеси. В зоне взвешенного фильтра также одновременно протекают два процесса – осветление очищенной воды и доокисление оставшихся органических веществ.

С целью обоснования модернизации системы биологической очистки окситенками проведены расчеты ряда сравнительных параметров. Результаты расчета материального баланса, представленные в таблице 1. Установлено, что степень очистки сточных вод повышается на 15 %, так содержание нефтепродуктов уменьшается на 50 %, взвешенных веществ -42 %, сульфидов – 20 %, аммоний-ионов – 98 %, фенолов – 85 %.

Таблица 1 – результаты расчета материального баланса процесса очистки до и после модернизации

Наименование компонента	Аэротенк I ступени		Аэротенк II ступени		Окситенк	
	Приход, кг/ч	Расход, кг/ч	Приход, кг/ч	Расход, кг/ч	Приход, кг/ч	Расход, кг/ч
Вода	1582319	1427144	1429754	1358581	1582319	1544056
БПК полн.	475	143	143	27,0	475	23,0
Взвешенные вещества	94,9	57,1	57,1	27,0	95,1	15,6
Нефтепродукты	79,2	28,6	28,6	1,40	79,2	0,070
Сульфиды	11,1	5,70	5,70	5,70	11,1	4,56
Аммоний-ионы	19,0	11,4	11,4	6,80	19,0	0,060
Фенолы	1,58	0,140	0,140	0,014	1,60	0,002
Иловая смесь	-	155610	-	75504	-	38900
Итого	1583000	1583000	1430000	1430000	1583000	1583000

Для сравнения эффективности работы аэротенков и окситенка проведены расчеты основных характеристик (таблица 2). Они показали, что аэротенк II ступени и окситенк имеют приближенные к друг другу значения. Удельная скорость окисления составила 10,87 мг·БПКполн/(г·ч) и 11,93 мг·БПКполн/(г·ч). Нагрузка на ил 224,40 мг·БПКполн/(г·сут) и 286,0 мг·БПКполн/(г·сут). При этом концентрация кислорода в окситенке в 2,5 раза больше, чем в аэротенке II ступени, что существенно повышает устойчивость при резких колебаниях состава и расхода сточной воды.

Рассчитаны основные параметры окситенка. Диаметр окситенка $D_0 = 30$ м, Рабочая глубина $H_0 = 5$ м, Диаметр зоны аэрации $D_a = 21,2$ м, Общий объем $W_{ol} = 3532$ м³. Объем зоны аэрации $W_{al} = 1766$ м³. Продолжительность пребывания сточных вод в зоне аэрации 3,98 ч.

Таблица 2 – Результаты расчета параметров аэротенков и окситенка

Основные характеристики	Аэротенк I ступени	Аэротенк II ступени	Окситенк
Концентрация растворенного кислорода в воде, мг/л	4,0	4,0	10,0
Удельная скорость окисления загрязнений мг·БПКполн/(г·ч)	26,74	10,87	11,93
Нагрузка на ил, БПКполн/(г·сут)	641,71	224,40	286,0

Экономический расчет показал, что капитальные вложения составят 11 584 000 руб.: -оборудование – 8 275 000 руб.; -доставка – 827 000 руб.; - монтаж – 993 000 руб.; -НДС – 1489000 руб. Экономия на электроэнергии составит не менее 1312286 руб./год. Период окупаемости проекта – 3 года.

ВЫВОДЫ

В работе предложено модернизировать существующую систему биологической очистки сточных вод НПЗ путем замены существующих аэротенков I и II на окситенки. Проведены расчеты материального баланса процесса очистки до и после модернизации, параметров окситенков, капитальных затрат на оборудование, а также его периода окупаемости.

1. Произведен расчет материального баланса процесса биологической очистки сточных вод НПЗ до и после модернизации. Установлено, что степень очистки сточных вод повышается, так содержание нефтепродуктов в воде уменьшается на 50 %, взвешенных веществ – 42 %, сульфидов – 20 %, аммоний-ионов – 98 %, фенолов – 85 %.

2. Расчеты основного аппарата показали, что аэротенк II ступени и окситенк имеют приближенные к друг другу значения. Удельная скорость окисления составила 10,87 мг·БПКполн/(г·ч) и 11,93 мг·БПКполн/(г·ч). Нагрузка на ил 224,40 мг·БПКполн/(г·сут) и 286,0 мг·БПКполн/(г·сут). При

этом концентрация кислорода в окситенке в 2,5 раза больше, чем в аэротенке II ступени, что существенно повышает устойчивость при резких колебаниях состава и расхода сточной воды.

3. Произведен расчет окситенка с мощностью 1583 м³/ч. Основные параметры окситенка: диаметр D = 30 м, рабочая глубина H=5 м, диаметр зоны аэрации D_о=21,2 м. Продолжительность пребывания сточных вод в зоне аэрации 3,98 ч

3. Экономический расчет показал, что срок окупаемости проекта составит не более 3-х лет.