

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»  
Институт химии и инженерной экологии

Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки)

Экобиотехнология

(направленность)

**МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ**

тему: **Комбинированная переработка промышленно – бытовых  
стоков на примере ООО «Тольяттинский Трансформатор»**

Студент Т.В. Зимина (личная подпись)  
(И.О. Фамилия)

Научный В.С. Гончаров (личная подпись)  
руководитель (И.О. Фамилия)

Руководитель программы д.т.н., доцент, С.В. Афанасьев (личная подпись)  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

**Допустить к защите**

Заведующий кафедрой к.п.н., доцент, М.В. Кравцова (личная подпись)  
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2017г.

Тольятти 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННО – БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ	7
1.1 Механический способ очистки сточных вод	8
1.2 Химический, физика – химический способ очистки сточных вод	9
1.3 Биологический способ очистки сточных вод	12
1.3.1 Аэробный биологическая очистка	13
1.3.2 Анаэробный биологическая очистка	15
1.3.3 Биофильтры	20
ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. МОНИТОРИНГ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ	21
2.1 Краткая характеристика предприятия ООО «Тольяттинский Трансформатор». Анализ существующей проблемы негативного воздействия промышленного предприятия на окружающую среду	21
2.2 Сведения о фактическом сбросе веществ в сети канализации	23
2.3 Мониторинг потребления водных ресурсов	38
2.3.1 Мониторинг расхода воды на транспортировку и очистку стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор»	38
2.3.2 Расчет сброса хозяйственно бытовых стоков за 2014г.	40
2.3.3 Экономические затраты на сброс стока	42
ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДБОР ЦЕПОЧКИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	46
3.1 Проектирование локальных очистных сооружений	46
3.2 Разделение и предварительное осаждение сточных вод	51
3.3 Системы очистки сточных вод от нефтепродуктов	54
3.3.1 Принцип работы скиммера	55
3.3.2 Конструкция и принцип действия скиммера	56

3.4 Биологическая очистка стоков с помощью метантенка	58
3.4.1 Биохимические процессы при использовании анаэробной очистке сточных вод	60
3.4.2 Конструкция метантенка, принцип работы биореактора	64
3.5 Биологическая очистка стоков с помощью биофильтра	69
3.5.1 Биоценоз биологической пленки и биообрастания	70
3.5.2 Конструкция биофильтра	73
ВЫВОДЫ	81
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	84
ПРИЛОЖЕНИЕ А	95

## ВВЕДЕНИЕ

Промышленно – бытовые стоки являются одним из источников загрязнения окружающей среды. Чтобы избежать негативных последствий, необходимо предварительно очищать сточную воду. Для очистки стоков необходимо важно использовать принципиально новые подходы опираясь на перспективные ни новые методы очистки [112]. Необходимо использовать методы по ресурсосберегающим технологиям. Эти технологии позволят не только очистить воду, но и сократить расходы на природную воду. Органический осадок стоков может, рассматривается как вторичный продукт [113]. Органические вещества в составе сточных вод выступает одновременно в качестве и цели, и средства современного процесса очистки сточных вод. Выделение и использование энергии окисления восстановленного углерода сточных вод и органических отходов является основой альтернативной биоэнергетики. Анаэробный способ очистки сточных вод является и наиболее доступным и дешёвым источником для удаления наиболее распространённых загрязняющих веществ, в сточной воде (удаления азота и фосфора) [108]. Основными методами выделения энергии является получение и утилизация биогаза, а процессе метанового сбраживания. Развиваются на стадии исследований принципиально новые биопроцессы получения из осадка стоков биотоплива. Изложенные подходы становятся все более распространёнными в развитых зарубежных странах [111]. В работе на примере одного предприятия нами разработаны локальное очистное сооружения с применением ресурсосберегающих технологий на примере ООО «Тольяттинский Трансформатор». Загрязнения сточных вод с точки зрения макроэлементного состава сводятся к углероду, водороду, азоту и фосфору. Осадки могут также рассматриваться как источник групп органических веществ и микроэлементов (цветных металлов) [109]. К сожалению, у подавляющего большинства очистных сооружений России не хватает средств даже на своевременные ремонты. Однако при планировании

строительства новых сооружений либо комплексной реконструкции с использованием привлечённых средств полезно учитывать современные тенденции энерго ресурсного подхода к сточным водам и их загрязнениям – не как к злу, от которого надо избавляться, а как к ценному, пусть и непростому, комплексному вторичному ресурсу [115]. Согласно директиве Европейского Союза все страны – члены ЕС обязаны увеличить переработку своих отходов до 50 % от общего объема к декабрю 2010 г. [111]. В нашей стране пока такого закона не существует. Однако мусор имеется и у нас, и утилизировать его получается далеко не всегда, а без ущерба для экологии вообще крайне редко. В связи с этим современное человечество начало уделять пристальное внимание оборудованию по переработке отходов, к которому принадлежат и метантенки [106]. Этим установкам удается извлекать из мусора пользу для окружающей среды.

**Цель работы.** Повышение качества разделения и переработки промышленно – бытовых стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор» с наименьшими затратами и получение дополнительной материальной прибыли.

В рамках поставленной цели решались **следующие задачи:**

1. Провести литературный обзор по удалению загрязнений в сточных водах. Проанализировать современные методы очистки биологических методов и оценить возможность их применения.
2. Провести анализ качественного и количественного состава сточных вод и выявить источники загрязнения вод.
3. Разработать схему разделения промышленно– бытовых стоков. Смоделировать комплексную технологию переработки сложных стоков по ресурсосберегающим технологиям с получением вторичного продукта.
4. Провести эколога – экономическую оценку внедрения данной технологии для ООО «Тольяттинский Трансформатор».

**Объект исследования:** качественный анализ загрязняющих веществ ООО «Тольяттинский Трансформатор».

**Предмет исследования:** проект системы очистки стоков на предприятии с использованием ресурсосберегающих технологий.

**Теоретической и методологической основой исследования** являются рабочие схемы предприятий машиностроительной отрасли зарубежных и отечественных авторов в области способов очистки сточных вод производства и потребления, формирования систем очистки промышленно – бытовых стоков. Основу методологии взята комбинированная очистка сточных вод разделением стоков и их дальнейшая переработка.

**Научная новизна:**

Предложено и разработано комбинированное очистное сооружение с применением ресурсосберегающих технологий с получением вторичных продуктов на примере ООО «Тольяттинский Трансформатор».

**Апробация работы.**

Основные положения диссертационной работы были представлены:

— На конкурсе «Студенческий день науки в ТГУ» 2015 (I этап, диплом II место),

— Научно – практической конференция «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения» (диплом участника конкурса экологических инициатив «Экотольятти 2015» год),

— Научно – практической конференция «Проблемы экологии городского округа Тольятти и пути их решения» (диплом участника конкурса в работе конференции с докладом «Комбинированная переработка промышленно – бытовых стоках на примере ООО «Тольяттинский Трансформатор» 2015год),

— На конкурсе «Студенческий день науки в ТГУ» 2016 (I этап).

## ГЛАВА 1. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОМЫШЛЕННО – БЫТОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Сточная вода – это вода прошедшая технологическую цепочку, она используется на производстве или на бытовые нужды и получает загрязнения, которые изменяют её свойств. В зависимости от водородного показателя среды рН сточные воды делят кислые (где  $pH < 7$ ), щелочные (где  $pH > 7$ ) и нейтральные (где  $pH = 7$ ). В стоках содержатся: нитраты, нитриты, фосфаты ионы тяжёлых металлов, и другие токсичные вещества, а также органические вещества различных классов [80]. Наиболее распространенными являются нефтепродукты, фенолы, легко окисляемые органические вещества, соединения меди, цинка, аммонийный и нитратный азот, лигнин, анилин, формальдегид и др., а также тяжёлые металлы и неметаллы II, V и VII групп таблицы Менделеева. Стоки заводов металлургической характеристики загрязнены механическими примесями, они содержат ионы железа и цветной металл, ионы хлорида, сульфат – ион, минеральные масла, серную кислоту и т.д. Химические предприятия имеют большую антропогенную нагрузку на гидросферу они содержат цианид – ион, роданид, минеральное масло, нефтепродукты, фенольные соединения, аммоний – ион, огромное содержание неорганических и взвешенных веществ. Целлюлозные предприятия загрязняют сточные воды большим количеством органических веществ, волокнами различного происхождения, глинам и каолинам др. [55]. Нефтедобывающие заводы сбрасывают в гидросферу большое содержание нефтепродуктов, взвешенные вещества, хлорид – ионы, возможно присутствие оксидов железа и сероводорода [41]. Автомобильная отрасль и машиностроительные предприятия сбрасывают взвешенные примеси, оксиды железа, ионы хрома, минеральные масла, цианид кальция. На любом предприятии согласно Постановлению Правительства № 644 от 29.07.2013 должны иметь ЛОС.

## **1.1 Механический способ очистки сточных вод**

Существуют различные методы очистки, один из основных является механический метод. В основном его используют, для удаления твердых взвешенных частиц. Он позволяет убрать из сточной воды до 80% нерастворимых примесей имеющие различное дисперсное состояние: нефть, смолы, масла, жиры, полимеры и т.д. Этот метод хорошо себя зарекомендовал, но недостатком его является недостижимость удаления органических примесей в растворенном виде [1]. Во время очистки механическим способом, не происходит изменение химической структуры стоков [19]. Каждое промышленное предприятие сталкивается с проблемой очистки сточных вод от взвешенных веществ [71]. Механическая очистка заключается в отсеивании и удалении крупных частиц и является первым этапом очистки стоков. Задача которого – подготовить сточные воды к их последующей обработке физико– химическим методом. При необходимости к дальнейшей биологической очистке, а также является в известной степени самым дешёвым методом их очистки и поэтому всегда целесообразна [47]. С помощью механического способа очистки удаляется более 70 – 80% взвешенных частиц. Для реализации очистки используются в основном приспособления типа решеток, сит, специальных сеток различного размера и конфигураций. С помощью решеток удаляются крупные частицы из стока, они устанавливаются по направлению движения стока. Песколовки удерживают минеральные примеси удельный вес, который больше удельного веса воды. По мере движения жидкости, взвешенные вещества выпадают на дно. Существуют и кардинально отличающиеся метод, основанные на изменении физического состояния составляющих стоков: выпаривание, при нем вода переводится в газообразное состояние, твердые стоки удаляются; замораживание, в этом случае вода превращается в лед, и примеси просто сливаются [48]. Но механический способ очистки удаляет только взвешенные вещества [47, 51]. В основном с механические методы очистки применяются в комплексе с биологическими, химическими методами.



## 1.2 Химический, физика – химический способ очистки сточных вод

Во время химической обработки сточных вод меняется химическая структура вещества. К способам очистки с помощью химической реакции делятся на два вида. К данной группе относятся способы, позволяющие выполнить очистку при помощи различных химических реакций:

- 1 Реакция распада и синтеза;
- 2 Реакция окислительная – восстановительная [95].

Процессы, связанные с образованием нерастворимых осадков, отделение которых происходит механическим путем. Очистка под действием электрического тока – электролиз. При использовании Совмещение химического и биологического способа очистки называют биохимическая очистка сточных вод. Чаще всего применяется для очистки бытовых и промышленных стоков. В настоящее время активно используется для очистки сточных вод [23,43].

Химические методы очистки основаны на применении химических реакций, в результате которых загрязнения, содержащиеся в сточных водах, превращаются в соединения, безопасные для окружающей среды или легко выделяются в виде осадков или газов. К ним относятся: нейтрализация, осаждение, окисление (восстановление примесей) [27].

Сточные воды могут быть кислотными, нейтральными или щелочными. Количественно характер сточной воды выражается значением рН (водородного показателя), который рассчитывается по формуле:

$$pH = - \ln[H^+] \quad (1)$$

Кислотный характер раствора обусловлен присутствием ионов водорода  $H^+$ , которые образуются при диссоциации кислоты (т.е. при ее распаде на ионы).



В этом случае концентрация ионов водорода будет численно равна концентрации кислоты с учетом коэффициента

$$[H^+] = K \times C_m(H_kAn) \quad (3)$$

Значение рН данного раствора будет меньше 7. Щелочной характер раствора обусловлен присутствием гидроксид ионов  $\text{OH}^-$ , которые образуются при диссоциации щелочи (т.е. при ее распаде на ионы)



В этом случае концентрация гидроксид – ионов будет численно равна концентрации щелочи с учетом коэффициента

$$[\text{OH}^-] = n \times C_M (\text{Me}(\text{OH})_n) \quad (5)$$

Концентрацию ионов водорода находят из соотношения

$$[\text{H}^+] \times [\text{OH}^-] = 10^{-14} \quad (6)$$

Если значение рН будет больше 7. Это означает, что сток имеет, кислую среду. Его необходимо нейтрализовать реагентами: едким натром  $\text{NaOH}$ , известью  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , содой  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  и др. Если рН будет меньше 7. вода имеет щелочной характер, то ее необходимо нейтрализуют кислотой. Суть метода нейтрализации можно описать следующим уравнением:



или



В результате химической реакции, ионы водорода «компенсируются» гидроксил – ионами, среда становится нейтральной, значение рН становится практически равным 7. Ионы тяжёлых металлов можно вывести из воды в виде малорастворимых гидроксила или солей, например,  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ ,  $\text{PbSO}_4$ . Осадок собирают, доводят до минимального объёма и захоронят или регенерируют с последующим использованием в производстве [19].

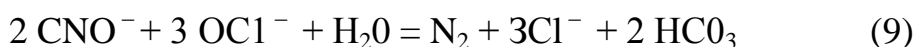
С помощью окислительной восстановительных реакций можно превратить вредные вещества в безвредные. Или в соединения, легко выводимые из раствора. В качестве окислителей обычно используют: озон, хлор,  $\text{NaOH}$  и другие. С помощью озона можно нейтрализовать стоки: от фенолов, нефтепродуктов, сероводорода, мышьяка, поверхностно – активных соединений, и других соединений. Озон – это дезинфицирующее вещество,

используется для нормализации микробиологического состава воды [120]. Отсутствие вредных побочных продуктов является одним из достоинств, применения озона на очистных сооружениях, но стоимость его велика [95]. Обеззараживание применяется так же хлорирование, с его помощью сточная вода очищается от цианидов, сероводорода, фенолов, крезолов и так далее. Процесс проходит в две стадии:

1 стадия



2 стадия



В некоторых случаях в результате реакции могут образовываться высокотоксичные хлорорганические продукты, поэтому применение хлора стараются ограничивать. При присутствии в водах легко восстанавливаемых примесей, используется метод восстановительной реакции. Количество вещества  $\nu$  (в молях) может быть рассчитано по следующим формулам:

$$V = m/M \quad (10)$$

$$V = C_m \times V, \quad (11)$$

где  $m$  – масса вещества, г.  $M$  – молярная масса вещества, г/моль.  $C_m$  – молярная концентрация вещества в растворе, моль/л.  $V$  – объем раствора, л.

Реагент берут в избытке по сравнению с рассчитанным по уравнению реакции количеством, чаще всего 10%.

Физика – химические методы обеспечивают глубокую очистку стоков, очищенные воды могут использоваться в любой виде производства, вплоть до централизованного хозяйственно – питьевого водоснабжения и пищевой промышленности, если это окажется необходимым. Однако при использовании этого метода необходимо учитывать дополнительные, постоянные расходы на приобретение и использование химических реагентов, флокулянтов и коагулянтов.

### **1.3 Биологический способ очистки сточных вод**

В биологическом способе очистки сточных вод осуществляется разрушение органических соединений микроорганизмами (грибами, бактериями и простейшими). В процессе очистки идет минерализация стоков и удаление органического азота и фосфора, происходит снижение биохимического потребления кислорода (БПК). В основном используются такие методы очистки: аэротенк – действующее основное вещество активный ил; метантенки – аэробные бактерии и биофильтры [33]. В методе очистки происходит окисление органических загрязнений с помощью микроорганизмов, они в результате своей жизнеспособности осуществляют минерализацию органических веществ. Для питания микроорганизмы используют органические соединения, находящиеся в стоках и образуют углекислый газ [19]. Так как состав стока сложен для его очистки используют комбинированную очистку стоков с применением различной методологии. К примеру, для очистки стоков нефтяной промышленности используют следующую схему. 1 Этап – механическая очистка. 2 Этап – физика – химическая очистка. 3 Этап – биологическая очистка [12].

Согласно анализу изучения биологических методов очистки, можно сделать следующие выводы. Очистка по удалению азота на биофильтрах, чередование анаэробных и аэробных методов показали целесообразность её применения для очистки стоков с достижением глубокого удаления соединений азота до нормативных показателей очищенных сточных вод. Установлено, что процессы биологической очистки сточных вод и, в том числе, процессы удаления соединений азота в биофильтрах с объёмной загрузкой протекают, более глубоко, чем на биофильтрах с плоскостной загрузкой. Наилучшим способом очистки является такой способ, при котором стоки от различных предприятий нейтрализовать друг друга. Ведь еще Д. И. Менделеев писал, что химии не существует отходов, а есть неиспользованное сырьё.

### 1.3.1 Аэробный биологическая очистка

В аэробной биологической очистке очистка происходит при помощи аэробных бактерий. Методы очистки сточных вод с участием аэробных бактерий разделяются по типу емкости, в котором происходит окисление стоков. Резервуаром для очистки является биофильтр. Также используются биологические пруды или поля фильтрации. В биологических прудах и полях фильтрации очистка стоков происходит в естественных условиях [5]. В аэротенках очистка стоков происходит в искусственных условиях.

Аэротенк – это сооружение биологической очистки, в котором протекают стоки, внутри сооружения происходит развитие аэробных микроорганизмов, они употребляют органические соединения, находящиеся в стоках. Для бесперебойной работы аэротенка необходимо подача воздуха (аэрация стока) [21].

Существуют несколько типов аэротенков:

- аэротенки – вытеснители;
- аэротенки – смесители;
- аэротенки с рассредоточенным впуском воды; типа АНР (по К. Бойте) [64] (рисунок 1).

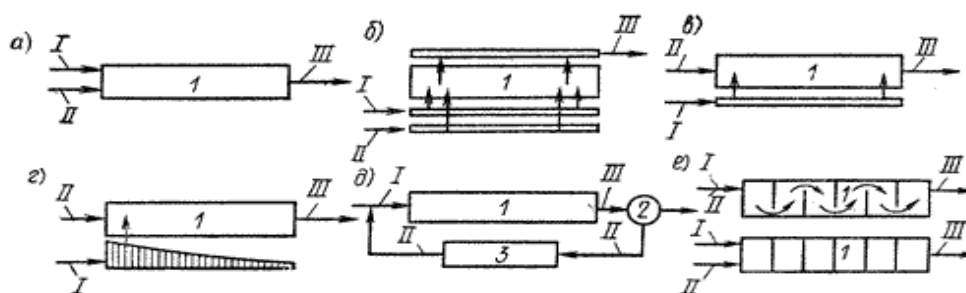


Рисунок 1 – Схемы аэротенков

а – вытеснители; б – смесители; в – с рассредоточенным впуском воды; г – типа АНР; д – с регенераторами; е – ячеечного типа; I – сточная вода; II – активный ил; III – иловая смесь; 1 – аэротенк; 2 – вторичный отстойник; 3 – регенератор.

В аэротенках – вытеснителях стоки постепенно передвигаются по сооружению. Активный ил подается в конструкцию. Она снабжена внутренними перегородками в количестве от пяти до девяти штук. Подача кислорода идет, не равномерна, в начале больше в конце меньше. В аэротенках – смесителях стоки и ил подаются одновременно. Происходит очистка воды, после чего очищенная вода смещается и покидает очистное сооружение. Аэротенки являются одними из самых эффективных очистных сооружений, применяются во всех регионах России и зарубежном мире, он занимает небольшие объемы (таблица 1). Основным методом, проходящим в установке метод окисления полного. В условиях аэрации активный ил проходит пять фаз развития. Рост активного ила длится 1 – 5 месяцев, после чего удаляется из сооружения [86].

**Таблица 1– преимущества аэротенков**

№ п/п	Преимущества метода аэробной стабилизации
1.	Простота конструкции
2.	Не взрывоопасное исполнение
3.	Хорошие водоотделяющие свойства
4.	Легкость автоматизации процесса
5.	Высокие санитарно-гигиенические показатели
6.	Простота обслуживания сооружения

В одноступенчатой схеме без регенератора нельзя интенсифицировать процесс очистки стоков. При наличии регенератора в нем заканчиваются процессы окисления, и ил приобретает первоначальные свойства. Одноступенчатые схемы без регенерации ила применяют при БПК<sub>п</sub> ≤ 150 мг/л, с регенерацией - БПК<sub>п</sub> > 150 мг/л. Двухступенчатая схема используется при высокой исходной концентрации органических загрязнений в воде.

### 1.3.2 Анаэробный биологическая очистка

Анаэробная биологическая очистка представляет собой процесс разложения органических веществ в осадке стоков без доступа кислорода и выделением газа [45].

Для эффективной работы анаэробной очистке самым важным является химический состав стока, температура при которой идет сбраживание и его продолжительность. А так же консистенция осадка стока, режимы загрузки и способ перемешивания осадка. Септиком называют сооружения, в котором одновременно происходит осветление стоков и образование сбраженного осадка [21]. Достоинством септика является простота и надежность эксплуатации, удаление взвеси [22]. Он хорошо зарекомендовал при осветлении стоков. В основном септик состоит из 2х – 3х камер, из расчета объема септика при расходе  $5 \text{ м}^3$  в сутки, время отстаивания составляет до трех суток. Осадок скапливается в септике от 6 до 12 месяцев, так как стоки поступают постоянно, происходит фаза кислого брожения. Влажность сбраженного осадка составляет 90%. Во время сбраживания осадка на поверхность биомассы поднимается газовая смесь и образуется корка 3,5 – 4,0 см, а иногда и до 10см. Удаление скопившийся осадка, происходит с помощью насосов, удаляют осадок в объеме 80% [34]. Недостатком этого метода является то, что осадок имеет зловонный запах, содержащий  $\text{H}_2\text{S}$  и  $\text{NH}_3$ , активность среды более 7 единиц. Осадок сложно утилизировать. Метантенк представляет собой конструкцию для сбраживания сильно концентрированного осадка без доступа кислорода с повышенной температурой [38]. От хим. состава зависит образование и выход биологического газа, чем больше органики, тем больше выделяется газ. Так, например, при расщеплении жиров образуется 60 – 66% газа, 40 – 39% приходится на белки и углеводы [10]. Все вещества сбраживаются не полностью жиры на 70%, углеводы на 62,5%, белки на 49%.

Распад осадка сточных вод исходя из СНиПа 2.04.03 – 85 принимается равной, 53%, избыточного активного ила составляет – 44% [108].

Нахождение неорганических веществ таких как тяжелые металлы,  $O_2$ , сульфиды, азот аммонийные соединения, АПАВ и других веществ плохо влияет на процессы сбраживания осадка стоков. Метана образующие бактерии больше всего поддаются распаду, что уменьшает метана образования или полностью прекращает реакцию распада.

Одним из основных факторов образования анаэробных микроорганизмов - является температурный режим. В окружающей среде метан образуются при температуре 15 – 60°C [34]. Существует три основных температурных зоны жизнедеятельности метана образующих бактерий:

1 психрофильная микрофлора образуется до 20°C, оптимальной температурой является.  $T = 15 - 17^\circ C$

2 мезофильная микрофлора образуется при температуре от 20 до 40°C, оптимальной температурой является.  $T = 33 - 36^\circ C$

3 термофильная микрофлора образуется при температуре от 50 до 70°C, оптимальной температурой является.  $T = 53 - 55^\circ C$  [34].

В зарубежных странах в основном используется мезофильное сбраживание при  $T = 30^\circ C$ . В нашей стране так же распространен мезофильный процесс, но так же и распространен и термофильное процесс при  $T = 60^\circ C$ . При термофильном сбраживании, более интенсивно происходит распад органики, и скорость сбраживания увеличивается в 2 раза, что позволяет сократить площадь очистных сооружений. Также происходит 100% дегельминтизация осадка, при высоких температурах яйца гельминтов погибают. Недостатком этого метода является необходимость принудительного подогрева осадка до 50 – 60°C, особенно в холодный период, что приводит к дополнительным затратам во время эксплуатации [17]. Процесс сбраживания в термофильном режиме позволяет получить осадок более влажный, что затрудняет его обезвоживания, при мезофильном режиме осадок получается менее влажный, обезвоживание происходит значительно быстрее.



При проектировании следует это учесть, какая будет в дальнейшая утилизация осадка [31]. На локальных очистных сооружениях для сбраживания используют ил и взвешенные вещества сточных вод. В процессе минерализации и сбраживания осадка происходит выход газов, и образование иловой смеси химический состав сочной воды изменяется. Концентрация выходящего газа в биореакторе зависит от содержания в осадке жиров, белков и углеводов, так как они являются основным составом осадка стоков. Широкое применение получили метантенки больших объемов. В Соединенных Штатах Америки в Буфало площадь метантенка составляет 5661 м<sup>3</sup>, в Детройте 8550 м<sup>3</sup>, в Англии на очистных сооружениях Моден площадь равна 3790 м<sup>3</sup> [1]. В России самым большим метантенком считается метантенк построенный на Ново – Курьяновской станции аэрации. Для работы метантенка осадок необходимо подогревать – это возможно сделать несколькими способами. Например, водой или острым паром, через трубы теплообменника в основном такой метод применяется в маленьких размеров метантенков [50]. За режимом чаще всего используются спиральные теплообменники, они обладают отличной теплоотдачей, но в России этот способ не испытан. В нашей стране в основном используется способ подогрев острым паром. Создается давления низкого пара с температурой до 120<sup>0</sup>С и подается в метантенк с помощью инжекторных устройств через трубу вместе с осадком или в приемный колодец с дозатором. Поступая пар, перемешивается со сточными водами и нагревает их. Чаще всего для подачи используют инжектор пароструйный. Осадок перемешивается с паром конденсируется и постепенно нагревает осадок. Наиболее распространена подача пара пароструйным инжектором. Предускоритель помещают с камеры на один метантенк одна камера. При попадании пара в осадок происходит нагрев и незначительное помешивание осадка. Установка такого инжектора прекрасно себя зарекомендовало на Куприяновских очистных сооружениях. Предускоритель прекрасно себя зарекомендовал, оказался простым рациональным в эксплуатации [75]. В холодное время суток время

работы предпускателя занимает до 14 часов, в теплый период время работы снижается в три раза. При диаметре предпускателя 25 см. расход пара может колебаться от 1,0 до 1,5 т/ч. Давление колеблется от 0,1 до 0,5 МПа. Удобней всего организовать подачу пара через дозирующее устройства. При температуре нагрева осадка стоков до 80% яйца гельминтов погибают. Во время проектирования метантенка необходимо рассчитать теплотехнические характеристики для определения баланса тепла.

Тепло расходуется:

- а) подогрев осадка стоков до необходимой расчетной температуры;
- б) на возмещение потерь тепла, уходящего через конструкцию;
- в) на возмещение потерь тепла, уносимого с уходящими газами.

Расход пара значительно увеличивается во время использования при сбраживании осадка термофильным способом. Значительно снизить себестоимость поможет процесс предварительного подогрева биомассы с помощью скрубберной установки или с помощью теплообменников.

Перемешивание осадка проводится с помощью:

- насосом циркуляционным;
- гидроэлеватором с насосом;
- мешалка пропеллерная.

Желательно осадок перемешивать каждые 4 часа в течение часа для лучшего отделения анаэробных бактерий и удаление образовавшийся корки. В основном для перемешивания осадка используют гидроэлеватора. Простота и удобство небольшие затраты энергии являются плюсом для его использования. В основном гидроэлеваторы используются при небольших размерах метантенка площадью до 1500 м<sup>3</sup>. Большие метантенки в основном оснащают пропеллерными мешалками. На Куприяновской станции установлена пропеллерная мешалка  $\varnothing=750$  мм, продуктивность 900 л/с, частота вращения винта 270 об/мин, время перемешивания 120мин. [75]. Благодаря инжектору происходит размешивание погружаемого осадка, в связи с тем, что осадок холодный он опускается вниз, за счет образования

пузырьков движение биомассы происходит в противоположном направлении. В основном используются типовые биореакторы с конической формы. Объемом реактора от 500 до 4000 м<sup>3</sup>.

В состав метантенка входят: резервуары, здания обслуживающего персонала, комплект газовых приборов, проходного туннеля (если Ø меньше 12,5 м туннель не нужен).

Заполнение и опорожнение конструкции происходит с помощью камер впуска и выпуска [1]. Повысить метаногенерацию можно следующим способом:

- ✓ увеличением количества сухого вещества в сточной воде,
- ✓ увеличением количества анаэробного ила,
- ✓ разделением конструкции на отсеки, где каждая стадия проходит в разных реакторах,
- ✓ применение активных добавок.

В России метантенки не нашли широкого применения и тому есть причина. Вследствие того, что метантенк является взрывоопасным. В процессе брожения образуется метан, постройка в жилых массивах Ростехнадзором запрещена. Преимуществом аэробной очистки является высокая скорость и использование веществ в низких концентрациях. Существенными недостатками, особенно при обработке концентрированных сточных вод, является высокие энергозатраты на аэрацию и проблемы, связанные с обработкой и утилизацией больших количеств избыточного ила. Аэробный процесс используется при очистке бытовых, некоторых промышленных и свиноводческих сточных вод с ХПК не выше 2000. Исключить указанные недостатки аэробных технологий может предварительная анаэробная обработка концентрированных сточных вод методом метанового сбраживания, которая не требует затрат энергии на аэрацию и более того сопряжена с образованием ценного энергоносителя – метана.

### 1.3.3 Биофильтры

Биологическая очистка протекает двумя способами: искусственным и естественных условиях. Рассмотрим более подробно очистку проходящую в естественных условиях к ней относятся: [10].

— Колодцы, фильтрующие в основном их используют при расходе воды не более  $1\text{ м}^3$  в сутки;

— Фильтрующие кассеты в основном их используют при расходе воды  $6\text{ м}^3$  в сутки;

— Траншеи, песчаное – гравийные фильтры, используются при расходе воды  $15\text{ м}^3$  в сутки.

— Подземной поля фильтрации в основном их используют при расходе воды  $16\text{ м}^3$  в сутки;

— Циркуляционные окислительные каналы используются при расходе воды  $100 - 1400\text{ м}^3$  в сутки.

— Поля фильтрации используют при расходе воды  $1400\text{ м}^3$  в сутки.

В основу фильтрации лежит, естественные грунты это может быть песок, суглинок, щебень и т.д. Дренажная система состоит из слоя привезенного грунта, является искусственной фильтрующей загрузкой. Место положения биофильтра должно расположатся на водонепроницаемых грунтах. Недостатком этого метода является почвенное – грунтовые, санитарные, климатические и гидрогеологические условия [27, 20].

В данном случае очистные сооружения для ООО «Тольяттинский Трансформатор» сооружения с естественной очистки применены, не могут. По следующим причинам:

✓ среднегодовая температура воздуха в г. Тольятти составляет.

$T = 5,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ , а должна быть не менее  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ;

✓ отсутствие площадей вблизи предприятия.

## **ГЛАВА 2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД. МОНИТОРИНГ ТОКСИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СТОЧНЫХ ВОД НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

### **2.1 Краткая характеристика предприятия ООО «Тольяттинский Трансформатор». Анализ существующей проблемы негативного воздействия промышленного предприятия на окружающую среду**

Проблема состояния окружающей среды во многом зависит от качества выполнения такого процесса, как очистка сточных вод промышленных предприятий. Но проблема еще далека от разрешения, поэтому к вопросу очистки стоков предприятиями, остается одним из основных. ООО «Тольяттинский Трансформатор» является одним из крупнейших предприятий по изготовлению силовых высоковольтных трансформаторов. С установленной производственной мощностью до 30гВ. Номенклатуру предприятия составляют трансформаторы общего и специального назначения. Класса напряжения от 35 до 500 кВ. Мощностью в диапазоне от 2 500 до 400 000 кВ. Сервисный центр предприятия производит решение задач монтажа, ввод в эксплуатацию, техническое обслуживание (в том числе обеспечение запасными частями и комплектующими) и диагностику трансформаторного оборудования, производимого компанией ООО «Тольяттинский Трансформатор» (а также другими заводами – изготовителями). Охрана окружающей среды предприятия требует ускоренного внедрения высокоэффективных систем защиты водоемов от загрязнений [14]. Необходимо разработать новые модели развития, которые смогли бы противостоять глобальному экологическому кризису. Согласно схематическому плану ООО «Тольяттинский Трансформатор» не имеет собственных очистных сооружений. Исходя из проекта нормативов допустимых сбросов (НДС) сброс хозяйственно – бытовых и

производственных (химически загрязненных) сточных вод производится через централизованную систему водоотведения ЗАО «Гольяттисинтез». Оплата за транспортировку и очистку стоков растет в геометрической прогрессии. Например, по данным отдела главного энергетика (ОГЭ) ООО «ГТ» сумма на транспортировку, в 2010 году она составляла 130 783 руб. в месяц, а в 2014 г. составила 235 858 руб. в месяц, то есть сумма выросла почти в два раза. Согласно Приказу Минприроды России № 339 от 29.07.2014 года расчет величины допустимой концентрации (ПДС) веществ в водные объекты для водопользователей, уменьшился в несколько раз. Кроме того, с 1 июня 2014 г. вступит в силу постановление Правительства РФ, ужесточившее нормативы для канализационных выпусков в централизованную систему водоотведения. Ежемесячно предприятие оплачивает сверх лимиты по таким веществам, как АПАВ, взвешенные вещества, аммоний – ион, нитриты, металлы, фенолы (мониторинг анализа изложен в части 2). Поэтому необходимо в кратчайшие сроки разработать план действий по снижению концентрации вредных веществ. Анализ химического состава промышленно – санитарного стока проведен по протоколам. В его состав входят как органические, так и неорганические отходы, подлежащие обезвреживанию [55]. Объемы воды на бытовые и технические нужды увеличился, расход воды в среднем за месяц достигает в 2014г. – 11 226 м<sup>3</sup> в месяц и более. В связи с этим главной задачей остается подбор комбинированной системы очистки стоков и возможность повторно ее использовать в производстве или сбрасывать в водоемы при полном соответствии требованиям действующих санитарных норм [29]. Для этого необходимо найти способы разделить промышленный сток с содержанием неорганических примесей. Переработать его с помощью биологической очистки, перевести отход в органические соединения. Оставшиеся органические соединения переработать с помощью биореактора и получить дополнительно энергию. А очищенную сточную воду использовать в повторном производстве, например, в оборотной воде или использовать для озеленения территории предприятия [12].

## 2.2 Сведения о фактическом сбросе веществ в сети канализации

ООО «Тольяттинский Трансформатор» представляет собой машиностроительное предприятие по производству трансформаторов общепромышленного и специального исполнения [100]. При сбросе промышленно – фекальных стоков в общую систему канализации в стоках предприятия имеются химические загрязнения. Он является абонентом централизованной системы водоотведения ЗАО «Тольяттисинтез». Отвод стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор», на очистные сооружения ЗАО «Тольяттисинтез» осуществляется по сетям транзитной организации ООО «Волжские коммунальные системы» (ООО «ВоКС»).

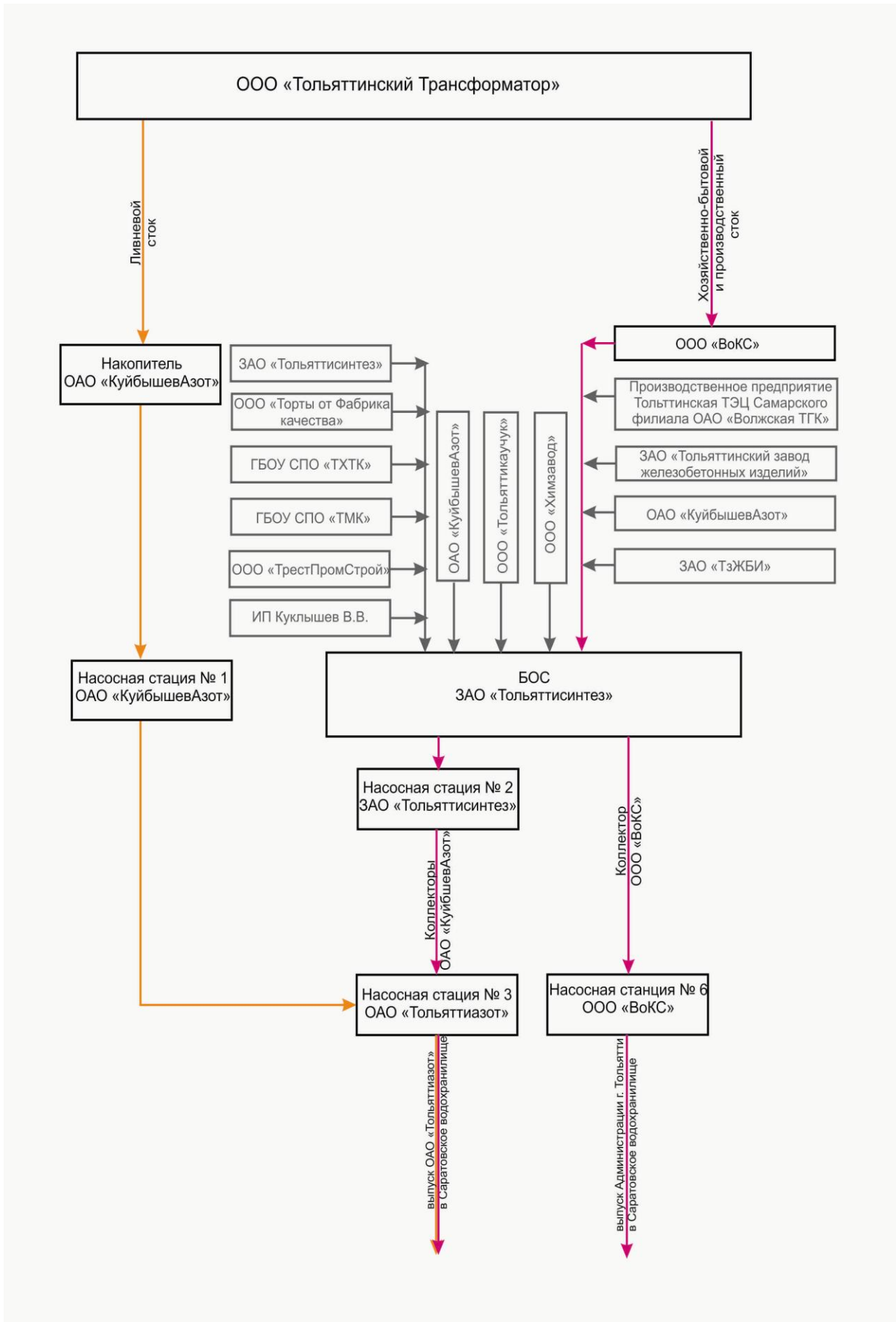
ООО «ВоКС» осуществляющие отвод очищенных стоков на выпуск в Саратовское водохранилище, принадлежащий Муниципальному образованию г. Тольятти. Согласно утвержденному в установленном порядке «Расчету потребности в водных ресурсах ЗАО «Тольяттисинтез» на выпуск Муниципального образования г. Тольятти поступает 49,5% очищенных стоков. ОАО «КуйбышевАзот» для транспортировки на насосную станцию ОАО «Тольяттиазот» с целью дальнейшего сброса очищенных стоков в Саратовское водохранилище. Согласно утвержденному в установленном порядке «Расчету потребности в водных ресурсах ЗАО «Тольяттисинтез» на выпуск ОАО «Тольяттиазот» поступает 50,5% очищенных стоков. Схема сбора сточных вод представлена на (рисунок 2, 3) согласно заключенным договорам и нормативным материалам. Объем стоков, поступающих в централизованные сети ЗАО «Тольяттисинтез» по сетям транзитной организации ООО «ВоКС» составляет 266,858 тыс.м<sup>3</sup>/год, 118 м<sup>3</sup>/сут. 30,463 м<sup>3</sup>/час.

Площадь территории производственного предприятия составляет 375361,79 м<sup>2</sup>.

Среднесписочная численность сотрудников предприятия – 2256 человек. Режим работы – круглосуточный. Количество рабочих дней по основному производству – 365, вспомогательным подразделениям – 251







**Рисунок – 3 Схема сбора сточных вод ООО «Тольяттинский Трансформатор» на очистные сооружения**

Предприятие включает в себя следующие основные производственные цеха и участки предприятия: изоляционный, сварочное – заготовительный, обмоточный, сборочный цех силовых трансформаторов, механосборочный и преобразовательной техники, цех оснастки, инструмента и не стандартизованного оборудования, производство распределительных трансформаторов I – III габаритов.

Вспомогательные цеха, участки и службы: ремонтное – механический, электроцех, энергоремонтный, автотранспортный цех, складское хозяйство, железнодорожный цех, испытательный центр, участок ремонта и эксплуатации, участок общественного питания. Значительное количество производственных площадей предприятия в настоящее время арендуют коммерческие и производственные фирмы. Водоснабжение организаций осуществляется от внутривозвездного хозяйственно – бытового водопровода ООО «Тольяттинский Трансформатор», отвод стоков в сеть хозяйственно – бытовой канализации предприятия.

Производственный контроль состояния стоков проводит Центр Измерений и Контроля (ЦИК), промышленно – санитарная лаборатория. Водопроводная сеть предприятия закольцована и выполнена из труб Ø 50 мм – Ø 300 мм. Поступающая на производственную площадку вода используется для следующих целей.

Вода питьевого качества:

- используется на хозяйственно – питьевые нужды сотрудников производственного предприятия и абонентов;
- собственные нужды котельной;
- для приготовления раствора СОЖ;
- в промывных ваннах;
- для производственных нужд лабораторий;
- для охлаждения уплотнения сальников и торцевых насосов.

Вода технического качества:

- восполнения потерь в системе оборотного водоснабжения;

➤ подпитка ванн промывки; охлаждения вспомогательного оборудования.

На предприятии для охлаждения вакуумных насосов и компрессоров используется система оборотного водоснабжения.

Бытовые сточные воды образуются в результате жизнедеятельности обслуживающего персонала предприятия и организаций, расположенных на территории предприятия, работы лаборатории, столовой, поликлиники. Для обеспечения бытовых нужд сотрудников на предприятии используются санитарные узлы, душевые сетки.

Производственные сточные воды образуются:

- при продувке оборотных систем;
- при охлаждении вспомогательного оборудования;
- при сбросе отработанных рабочих растворов производства.

Внутриплощадочная сеть хозяйственно – бытовой канализации – предназначена для сбора хозяйственно – бытовых стоков, стоков от столовой, поликлиники, а также производственных сточных вод. Сеть хозяйственно – бытовой канализации выполнена из труб Ø 100 мм – 300 мм. Протяженность сети достаточна для отвода стоков от всех производственных и вспомогательных корпусов предприятия. Смесь хозяйственно – бытовых и производственных стоков по выпуску Ø 400 мм отводятся в городской коллектор.

Схема сети хозяйственно – бытовой канализации представлена в таблицах (таблицы 2-7). Сводные данные о качестве стоков за 2011 – 2014 гг. (таблица 8).

Контроль качества производственно – бытового стоков осуществляется аккредитованной промышленно – санитарной лабораторией ООО «Тольяттинский Трансформатор» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518518) Периодичность отбора – 1 раз в неделю. Отчет о состоянии стоков предоставляется в Отдел технического надзора (ОТН) ежемесячно.

**Таблица 2 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2009 год**

№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Средне. за 2009	ПДС мг/л.
1	Активность среды	8,4	8,7	8,5	8,5	8,2	7,9	7,8	8,5	8,2	7,5	8,2	8,2	8,217	6,5-8,5
2	БПК	93,8	60,25	63,5 7	58,06	54,3	45,1	45,1	55	39,5	35,65	38,92	66,6	54,656	50
3	Хром (6)	<0,01	<0,01	<0,0 1	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	отс.
4	Нефтепродукты	2,69	1,21	1,92	1,23	0,67	0,77	0,82	64,37	0,98	0,85	0,91	1,22	6,47	1,58
5	Цинк	0,04	0,04	0,06	0,09	0,04	0,1	0,09	0,04	0,07	0,06	0,34	0,26	0,103	0,04
6	Медь	0,089	0,004	0,01 2	0,012	0,02	0,029	0,024	0,02	0,014	0,096	0,475	0,332	0,094	0,005
7	Взвеш. вещества	42,3	70,68	88,8	94,2	124	40,16	20,33	31,75	20,16	25,2	33,8	46,5	53,223	56,2
8	Железо общее	2,22	2,71	1,88	3,73	2,33	1,09	1,77	1,4	1,62	1,23	1,95	1,4	1,944	2,073
9	Аммоний - ион	5,27	5,35	9,13	12,84	19,4	12,74	6,48	7,52	10,23	9,92	8,18	15,8	10,241	22,0
10	Сульфаты	38	21,74	33,1	45	39,6	35,3	35,53	38,5	44	48,8	59,72	66,2	42,124	169,7 30
11	Хлориды (анион)	425,4	39,54	81,8 8	48,8	67,6	300,2	41,45	141,0	113,3	141,3	63,92	106,4	130,88	122,9
12	Нитрит - ион	0,26	0,13	0,15	0,17	0,17	0,13	0,19	0,48	0,47	0,35	0,11	0,11	0,227	0,08
13	Нитрат - ион	0,5	0,35	0,81	1,01	1,38	1,37	7,26	4,4	1,79	1,57	1,51	1,08	1,919	51,39 0
15	СПАВ	0,44	0,57	0,86	0,54	0,57	0,37	0,34	0,46	0,46	0,28	0,26	0,43	0,465	0,18

**Таблица 3 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2010 год**

№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Средн. за 2010г.	ПДС мг/л.
2	БПК	39	48,3	52,5 8	37,2	40,95	55	48,4	49,2	89	61,3	52,3	56,3	52,465	50
3	Хром (6)	<0,01	<0,01	0,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	отс.
4	Нефтепродукты	1,25	1,27	1,18	1,29	4,47	4,02	5,3	2,49	1,81	1,87	2,06	1,25	2,355	1,58
5	Цинк	0,07	0,06	0,04	0,09	0,04	0,13	0,45	0,18	14,49	0,54	4,24	2,13	1,872	0,04
6	Медь	0,06	0	0,06	0,034	0,012	0,028	0,024	0,091	0,261	0,147	0,635	0,318	0,139	0,005
7	Взвеш. вещества	41,66	15,6	35,5	24,5	27	49,4	48,2	31,4	174,2	48	85,75	79,6	55,068	56,2
8	Железо общее	2,05	1,74	2,43	1,63	0,68	2,35	0,75	1,08	1,36	2,26	1,28	2,79	1,7	2,073
9	Аммоний - ион	20,97	10,26	7,41	8,77	9,13	6,59	9,63	9,43	9,62	8,34	14,72	14,86	10,811	22,0
10	Сульфаты	66,33	63,6	42,3	41,75	46,89	41,28	41,94	23,3	47,05	24,86	53,07	97,33	49,147	169,7 3
11	Хлориды (анион)	126,43	53,08	78,5	47,85	88,42	144,06	201,22	361	47,95	157,9	100,61	209,37	134,73	122,9
12	Нитрит - ион	0,08	0,13	0,15	0,12	0,06	0,12	0,16	0,1	0,39	0,18	0,28	0,07	0,153	0,08
13	Нитрат - ион	1,12	2,42	1,46	0,62	0,89	0,76	0,96	0,82	1,9	0,57	0,89	1,07	1,123	51,39 0
14	Фосфаты	0,59	1,02	0,84	0,61	1,07	0,67	0,61	1,11	1,41	0,76	0,78	1,27	0,895	2,925
15	СПАВ	0,637	0,785	0,68	0,344	0,435	0,392	0,5	0,404	0,592	0,671	0,346	0,262	0,504	0,18
16	Никель	-	-	-	-	0,108	0,128	0,025	0,04	0,032	0,027	0,031	0,033	0,053	отс.
17	Алюминий	-	-	-	-	0,22	0,1	0,1	0,1	0,26	0,1	0,33	0,28	0,186	отс.
18	Фенол	-	-	-	-	0,048	0,0429	0,03	0,03	0,0200	0,0180	0,026	0,002	0,029	отс.
19	Свинец	-	-	-	-	0,003	0,006	0,006	0,005	0,029	0,004	0,028	0,025	0,013	отс.
20	Сух. остаток	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1316

**Таблица 4– Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2011 год**

№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Среднее за 2011 год	ПДН мг/л.
1	Активность среды	8,1	8,6	8,9	7,6	7,9	7,3	7,1	8,3	8	7,8	8,1	7,7	7,950	6,5-8,5
2	БПК	59	64,9	78,5	72	61	67	63	49,65	62	62	53	72,5	63,713	50
3	Хром (6)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	отс.
4	Нефтепродукты	1,64	3,38	1,23	2,39	6,27	0,8	0,49	2,22	2,01	1,7	2,13	1,02	2,107	1,58
5	Цинк	0,87	1,14	0,14	0,28	0,21	0,19	0,08	0,3	0,53	0,17	0,31	0,22	0,370	0,04
6	Медь	0,206	0,297	0,102	0,108	0,208	0,343	0,046	0,084	0,152	0,134	0,131	0,083	0,158	0,005
7	Взвеш. вещества	112	37	79,66	135,5	133	98,8	49	57,2	106,3	62	61,4	51	81,905	56,2
8	Железо общее	1,91	1,41	1,16	1,4	2,02	2,24	0,56	1,28	2,56	2,47	1,62	1,14	1,648	2,073
9	Аммоний - ион	14,67	18,43	18,03	18,62	21,71	33,92	22,58	19,5	7,72	8,62	10,14	8,71	16,888	22,0
10	Сульфаты	40,67	124,7	44,2	58,24	51,7	49,43	50,06	53,05	56,72	64,76	68,91	66,61	60,754	169,73
11	Хлориды (анион)	35,09	70,44	102,31	63,36	48,99	65	41,66	67,15	56,7	49,04	53,46	28,98	56,848	122,9
12	Нитрит - ион	0,51	0,18	0,36	0,2	0,7	0,58	0,64	0,63	0,31	0,15	0,16	0,34	0,397	0,08
13	Нитрат - ион	4,28	2,55	1,22	1,73	0,87	0,9	2,13	2,03	4,29	1,49	0,22	0,74	1,871	51,390
14	Фосфаты	7,12	1,27	2,08	1,55	0,62	1,05	1,37	1,36	0,89	0,64	0,89	1,04	1,657	2,925
15	СПАВ	0,351	0,426	0,64	0,533	0,415	0,812	0,296	0,744	0,876	0,49	0,675	0,589	0,571	0,18
16	Никель	0,018	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,006	0,005	0,005	0,008	0,004	0,01	0,010	отс.
17	Алюминий	0,35	0,14	0,64	0,16	0,23	0,16	0,06	0,18	0,2	0,06	0,26	0,15	0,216	отс.
18	Фенол	0,0130	0,0020	0,053	0,0140	0,04	0,04	0,03	0,0300	0,028	0,02	0,07	0,025	0,038	отс.
19	Свинец	0,015	0,002	0,022	0,012	0,008	0,006	0,006	0,005	0,012	0,004	0,01	0,01	0,009	отс.
20	Сухой остаток	-	-	-	-	-	-	-	-	-	354	-	1105	729,65	1316,8

**Таблица 5 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2012 год**

№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Среднее за 2012 год	ПДС мг/л.
1	рН	8,2	7,8	7,6	7,9	7,9	7,9	8,3	8	8,5	8,2	8,2	8,1	8,050	6,5-8,5
2	БПК	73	50	113,5	58,8	109	73	69,3	95	55	65,3	67	79	75,658	50
3	Хром (6)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,0	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	ост.
4	Нефтепродукты	8,75	1,46	1,28	1,81	10,72	2,37	1,77	4	1,74	1,94	2,3	1,77	3,326	1,58
5	Цинк	1,08	0,15	0,35	0,13	0,2	0,08	0,25	0,18	0,09	0,32	0,08	0,09	0,250	0,04
6	Медь	0,088	0,069	0,173	0,082	0,166	0,5	0,31	0,127	0,082	0,063	0,045	0,041	0,146	0,005
7	Взвеш. вещества	56,6	105,6	69	95	103	91	132,3	84	92,8	76	74,2	79,3	88,233	56,2
8	Железо общее	3,18	1,252	1,95	2,459	1,447	2,1	2,87	0,92	1,518	1,18	1,385	1,45°	1,842	2,073
9	Аммоний - ион	11,9	17,5	13,8	11,4	11,3	17,3	28,7	25	26,3	36,4	22,1	33,8	21,292	22,0
10	Сульфаты	59	66,73	62,23	55,02	52,6	62,58	49,4	47,26	45,41	60,14	57,16	50,79	55,693	169,73 0
11	Хлориды (анион)	50,5	41	171	606,6	54,5	49	43,4	41,7	46,8	48,7	36	44,9	102,842	122,9
12	Нитрит - ион	0,17	0,2	0,45	0,28	0,23	0,45	0,24	0,5	0,31	0,22	0,25	0,17	0,289	0,08
13	Нитрат - ион	1,51	2,67	1,52	4,76	1,8	1,06	2,16	0,86	0,48	0,46	0,7	0,75	1,561	51,390
14	Фосфаты	1,15	1,977	1,53	1,307	1,3	2,14	1,23	1,18	1,849	3,072	1,167	1,433	1,611	2,925
15	СПАВ	0,87	0,7	0,8	0,97	0,96	0,81	1,2	1,47	0,94	0,91	1,31	1,62	1,047	0,18
16	Никель	0,008	0,01	0,01	0,004	0,011	0,01	0,01	0,007	0,007	0,003	0	0,01	0,008	отс.
17	Алюминий	0,272	0,257	0,257	0,157	0,287	0,164	0,45	0,058	0,17	0,146	0,02	0,05	0,191	отс.
18	Фенол	0,025	0,069	0,082	0,058	0,05	0,064	0,09	0,038	0,09	0,015	0,003	0,002	0,049	отс.
19	Свинец	0,005	0,008	0,008	-	0,044	0,01	0,01	0,01	0,002	0,004	0,001	0,003	0,010	отс.
20	Сухой остаток	-	-	-	-	547,8	450,7	384	443,8	442,75	437	437,00	440	426,163	1316,7

**Таблица 6 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2013 год**

№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Средне е 2013 год	ПДС мг/л.
1	Активность среды	7,9	8	8,2	7,9	8	7,9	7,5	8,1	8,3	7,7	7,9	7,9	7,942	6,5-8,5
2	БПК	67	64,3	91	147	94	109,3	82	80	54	66	80	77,5	84,342	50
3	Хром (6)	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<0,01	отс.
4	Нефтепродукты	1,47	2,94	2,35	3,52	2,36	1,46	2,18	1,06	1,26	1,49	1,77	1,66	1,960	1,58
5	Цинк	0,1	0,06	0,17	1,05	0,61	0,26	0,09	0,06	0,07	0,08	0,12	0,11	0,232	0,04
6	Медь	0,216	0,067	0,082	0,118	0,16	0,067	0,069	0,198	0,085	0,121	0,057	0,098	0,112	0,005
7	Взвеш. вещества	95	64,7	140	144,3	96,6	36,3	74	60,5	68,3	121,8	74,5	75,8	87,650	56,2
8	Железо общее	1,81	1,1	1,634	2,02	1,915	0,892	1,33	0,724	1,116	1,673	1,492	1,92	1,469	2,073
9	Аммоний - ион	28,8	32	27,6	37,5	40,3	29,1	33,7	27,2	37,1	31,8	23,9	24,2	31,100	22,0
10	Сульфаты	53,9	29,77	45,29	60,95	68	56,47	57,04	22,63	39,27	38,47	49,33	40,11	46,769	169,73
11	Хлориды (анион)	130,7	40,2	35,1	54,4	39,7	55,8	77,2	44	35,2	41,5	601,3	45,4	100,042	122,9
12	Нитрит - ион	0,11	0,13	2,72	0,28	0,46	0,26	0,44	11,98	0,2	0,19	0,2	0,23	1,433	0,08
13	Нитрат - ион	2,27	1,8	4,7	0,68	1,94	1,46	1,73	1,18	1,06	2,43	1,69	1,84	1,898	51,390
14	Фосфаты	1	1,624	3,612	4,77	3,22	2,23	3,13	4,44	2,151	1,98	1,205	2,18	2,629	2,925
15	СПАВ	0,83	1,1	0,65	0,66	1,35	1,02	0,8	0,71	0,68	0,51	0,3	0,96	0,798	0,18
16	Никель	0,009	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,009	отс.
17	Алюминий	0,031	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,031	отс.
18	Фенол	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	отс.
19	Свинец	0,004	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,004	отс.



**Таблица 7 - Сведения о концентрациях ЗВ в производственно-фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2014 год**

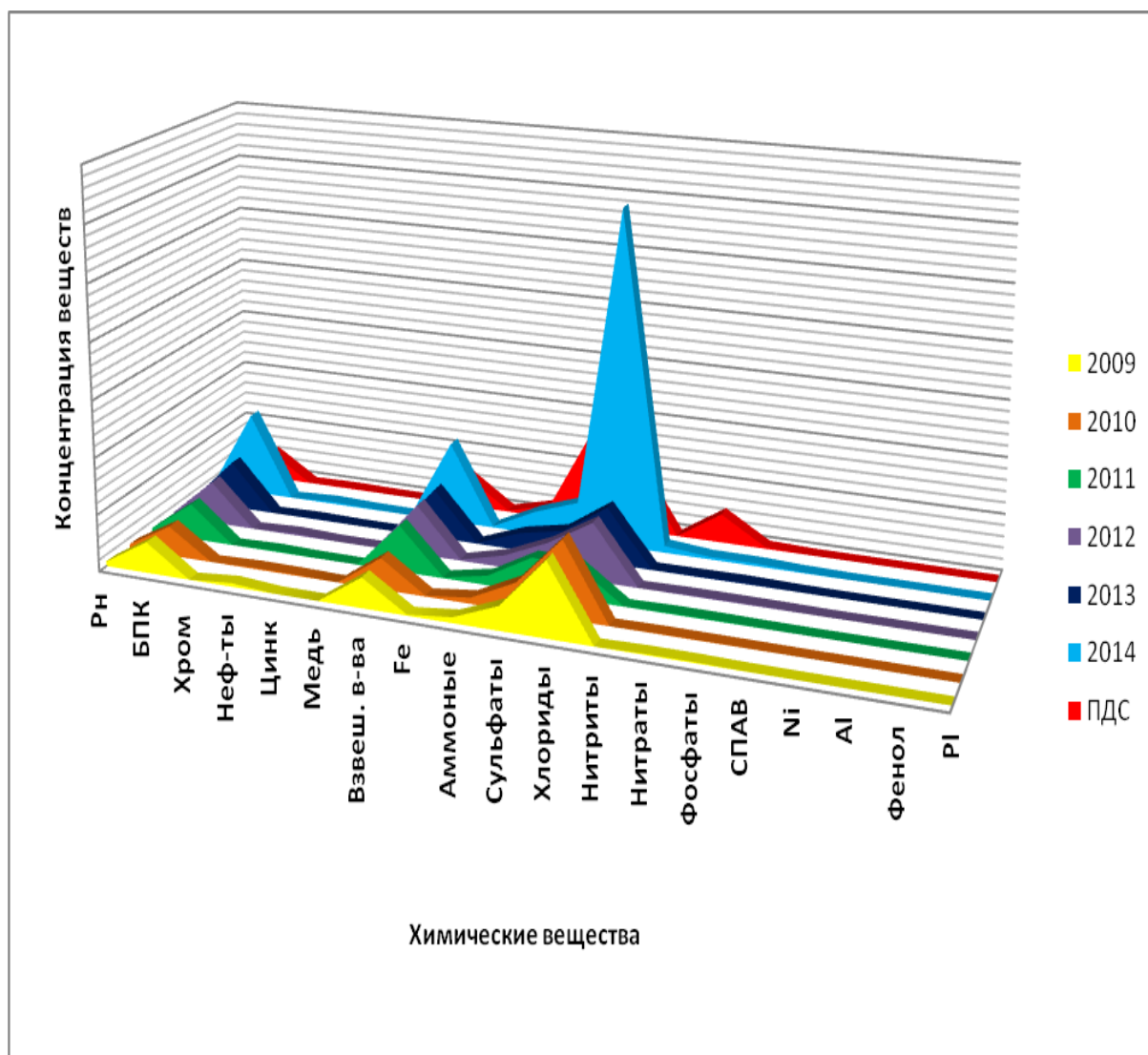
№ п/п	Наименование вещества	январь	февраль	март	апрель	май	июнь	июль	август	сентябрь	октябрь	ноябрь	декабрь	Среднее за 2014 год	ПДС мг/л.
1	Активность среды	7,8	8	7,9	8,1	8,2	8	8	7,9	8,2	8,3	8,3	8,1	8,1	6,5-8,5
2	БПК	78	72,9	64,3	68,3	88	72	76	63	57,7	91,8	62,2	92,1	73,9	50
3	Нефтепродукты	1,95	0,88	1,05	1,21	2,87	3,28	1,96	1,5	0,7	1,08	1,18	1,3	1,58	1,58
4	Цинк	0,2	0,11	0,13	0,06	0,06	0,17	0,15	0,09	0,06	0,07	0,07	0,13	0,09	0,04
5	Медь	0,08	0,036	0,038	0,053	0,059	0,05	0,054	0,018	0,039	0,047	0,061	0,082	0,051	0,005
6	Взвеш. вещества	132,8	97,3	52,3	66	84,5	91,7	75,4	88,8	82,8	457,2	86,2	105,3	118,3	56,2
7	Железо общее	1,262	1,496	1,706	0,662	0,729	0,997	1,348	1,121	0,721	1,352	1,268	0,903	1,13	2,073
8	Аммоний - ион	51,3	14	48	32,1	27,5	29,7	34,3	35,3	29,4	53,3	34,3	34,7	35,3	22,0
9	Сульфаты	43,16	55,76	30,17	35,83	30,1	38,13	47,24	37,28	43,61	42,42	42,14	38,75	40,38	169,730
10	Хлориды (анион)	39,2	56,4	52,4	50,5	44,1	22	50,6	40,7	73,5	65,8	171,4	56,8	60,3	122,9
11	Нитрит - ион	0,27	0,14	0,16	0,65	27,69	25,12	0,39	0,17	0,19	0,18	0,22	0,16	4,61	0,08
12	Нитрат - ион	1,3	1,65	1,37	1,59	8	13,4	3,67	0,84	0,57	1,24	0,63	0,56	2,9	51,390
13	Фосфаты	3,407	2,712	1,966	1,76	6	8,63	3,37	2,36	1,73	1,69	1,79	2,72	3,18	2,925
14	СПАВ	0,37	0,45	0,48	0,63	0,21	0,5	0,93	1,1	0,78	0,71	0,75	0,45	0,61	0,18
15	Никель	-	-	0,007	-	-	0,008	-	-	0,0005	-	-	0,017	0,008	отс.
16	Алюминий	-	-	0,403	-	-	0,26	-	-	0,097	-	-	0,166	0,232	отс.
17	Фенол	-	-	0,039	-	-	0,001	-	-	0,038	-	-	0,032	0,028	отс.
18	Свинец	-	-	0,038	-	-	0,009	-	-	0,006	-	-	0,009	0,016	отс.
19	Сухой остаток	636,3	382,4	418,35	384,1	394,3	394,6	410,52	449,28	479,14	457,18	530,94	409,67	538,275	1316,75

**Таблица 8 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно – бытовом стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2009 – 2014 г.г.**

№ п/п	Наименование вещества	Среднее за 2009г.	Среднее за 2010г.	Среднее за 2011г.	Среднее за 2012г.	Среднее за 2013г.	Среднее за 2014г.	Среднее	ПДС	Превышение ПДС в раз
								за 2009 – 2014 г. г.		
1	Активность среды	8,217	8,167	7,95	8,05	7,942	8,1	8,071	8	
2	<b>БПК</b>	<b>54,656</b>	<b>52,465</b>	<b>63,713</b>	<b>75,658</b>	<b>84,342</b>	<b>73,9</b>	<b>67,5</b>	<b>50</b>	<b>1,3</b>
3	Хром (6)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	отс	
4	Нефтепродукты	6,47	2,355	2,107	3,326	1,96	1,58	2,97	1,58	1,9
5	Цинк	0,103	1,872	0,37	0,25	0,232	0,09	0,49	0,04	12,2
6	Медь	0,094	0,139	0,158	0,146	0,112	0,051	0,117	0,005	23,3
7	Взвешенные вещества	53,223	55,068	81,905	88,233	87,65	118,3	80,7	56,2	1,4
8	Железо общее	1,944	1,7	1,648	1,842	1,469	1,13	1,62	2,073	
9	Аммоний – ион	10,241	10,811	16,888	21,292	31,1	35,3	20,9	22	
10	Сульфаты	42,124	49,147	60,754	55,693	46,769	40,38	49,145	169,73	
11	Хлориды (анион)	130,889	134,735	56,848	102,842	100,042	60,3	97,6	122,9	
12	Нитрит – ион	0,227	0,153	0,397	0,289	1,433	4,61	1,18	0,08	14,8
13	Нитрат – ион	1,919	1,123	1,871	1,561	1,898	2,9	1,9	51,39	
14	Фосфаты	1,888	0,895	1,657	1,611	2,629	3,18	1,98	2,92	
15	<b>СПАВ</b>	<b>0,465</b>	<b>0,504</b>	<b>0,571</b>	<b>1,047</b>	<b>0,798</b>	<b>0,61</b>	<b>0,67</b>	<b>0,18</b>	<b>3,7</b>
16	Никель	–	0,053	0,01	0,008	0,009	0,007	0,017	отс.	
17	Алюминий	–	0,186	0,216	0,191	0,031	0,206	0,166	отс	
18	Фенол	–	0,029	0,038	0,049	0,004	0,039	0,032	отс	
19	Свинец	–	0,013	0,009	0,01	0,004	0,007	0,009	отс	
20	Сухой остаток	–	–	729,65	426,163	551,737	445,55	538,275	1316,75	

Из таблицы 2 следует, что в 2009г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 15 показателям из них 7 веществ превышают нормы предельно допустимым сбросы (ПДС). Из таблицы 4 следует, что в 2010г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 19 показателям из них 10 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы сбросов. Основными веществами – загрязнителями, являются: цинк – превышение ПДС в 46 раза, медь в 27 раз, нитрит – ион и СПАВ в 2 раза. Из таблицы 5 следует, что в 2011г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 20 показателям из них 11 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы сбросов. Основными веществами – загрязнителями, являются: медь в 31 раз, цинк превышение ПДС в 9 раз, нитрит – ион в 4,9 раза и СПАВ 3 раза. Из таблицы 6 следует, что в 2012 г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 20 показателям. Из них 11 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы сбросов. Основными веществами – загрязнителями, являются: медь в 29 раз, цинк превышение ПДС в 6 раз, нитрит – ион в 4 раза и СПАВ в 5,8 раза. Из таблицы 7 следует, что в 2013 г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 20 показателям из них 12 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы сбросов. Основными веществами – загрязнителями, являются: медь в 22 раз, цинк превышение ПДС в 5,8 раз, нитрит – ион в 17 раза и СПАВ в 4 раза. Из таблицы 8 следует, что в 2014 г. промышленно – санитарная лаборатория контролировала сток по 20 показателям. Из них 11 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы сбросов. Основными веществами – загрязнителями, являются: нитрит – ион в 57 раз, медь в 10 раз, цинк и взвешенные вещества превышение ПДС в 2 раза, СПАВ 3 раза.

Более наглядно соотношение показателей анализа промышленно – фекальных стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор» представлена на (рисунке 4).



**Рисунок 4 – Соотношение показателей анализа промышленно – фекальных стоков ООО «Тольяттинский Трансформатор» со значением ПДК (мг/л.) за 2009 – 2014г.**

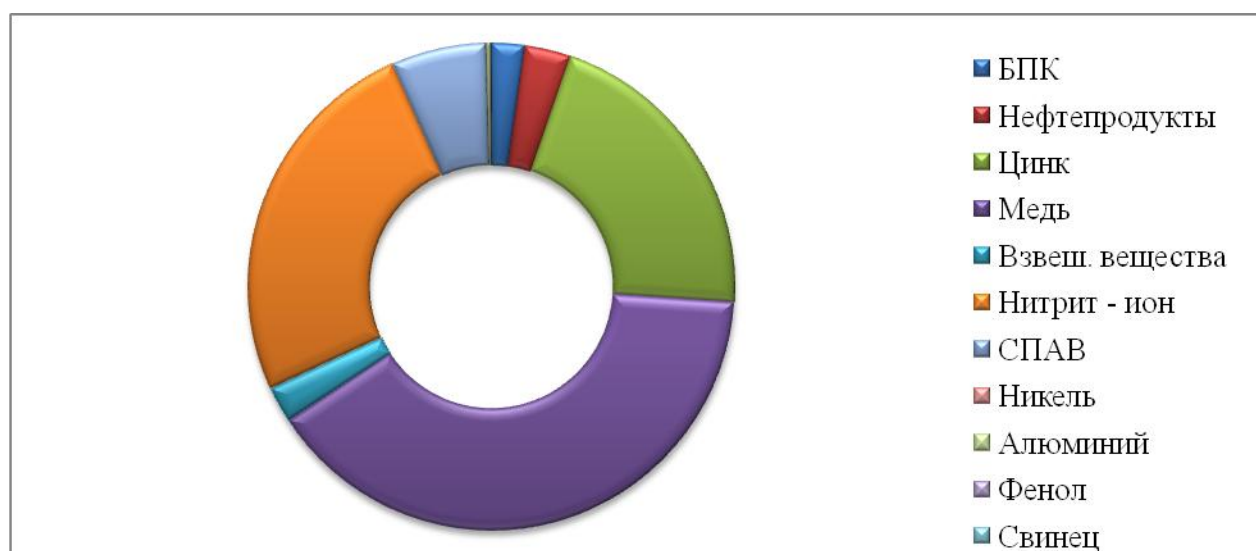
Исходя из анализа химического состава сточных вод, можно сделать следующие выводы:

- Количество контролируемых веществ выросло на 33 %.
- Из 20 анализируемых показателей 11 веществ превышают нормы предельно допустимым нормы (ПДН) сбросов.
- основными загрязняющими веществами на протяжении 6 лет являются: медь, цинк, нитрит – ион, СПАВ, БПК, нефтепродукты, взвешенные вещества, никель, алюминий, фенол, свинец.

Количество превышений представлено в (таблице 9), (рисунок 5).

**Таблица 9 — Сведения о концентрациях ЗВ в производственно – фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2009 – 2014г. количества раз**

№ п/п	Наименование вещества	Превышение ПДС в раз
1.	БПК	1,3
2.	Нефтепродукты	1,8
3.	Цинк	12,2
4.	Медь	23,3
5.	Взвешенные вещества	1,4
6.	Нитрит – ион	14,8
7.	СПАВ	3,7
8.	Никель	0,017
9.	Алюминий	0,166
10.	Фенол	0,032



**Рисунок 5 – Сведения о концентрациях ЗВ в производственно – фекальном стоке ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2009 – 2014 г. количества раз**

## 2.3 Мониторинг потребления водных ресурсов

### 2.3.1 Мониторинг расхода воды на транспортировку и очистку стоков, ООО «Тольяттинский Трансформатор»

Контроль за количеством потребляемой воды и сбросом сточных вод занимается отдел ОГЭ. Определение расхода воды на хозяйственно – питьевые нужды и объемов стоков. Расчет хозяйственно – бытового водоснабжения и водоотведения приведен для предприятия в целом и представлен в Балансовой таблице хозяйственно – питьевого водопотребления и водоотведения (таблица 10-11). Суммарный расчетный расход воды на хозяйственно – бытовые нужды предприятия составляет 113,438 тыс. м<sup>3</sup>/год, в том числе:

- 62,409 тыс. м<sup>3</sup>/год – водоснабжение из сетей ООО «ВоКС»;
- 15,222 тыс. м<sup>3</sup>/год – полив территории;
- 35,465 тыс. м<sup>3</sup>/год – передано абонентам;

Расход хозяйственно – бытовых стоков составляет 98,216 тыс. м<sup>3</sup>/год;

- 62,751 тыс. м<sup>3</sup>/год – хозяйственно – бытовые стоки от цехов и участков;
- 35,465 тыс. м<sup>3</sup>/год – хозяйственно – бытовые стоки сторонних организаций.

Сточные воды отводятся в сети транзитной организации ООО «ВоКС» и далее на очистные сооружения ЗАО «Тольяттисинтез» (Приложение А).

**Таблица 10 – Баланс производственного водопотребления и водоотведения.**

Наименование потребителя	Водопотребление, тыс. м <sup>3</sup> /год					Водоотведение, тыс. м <sup>3</sup> /год				Безвозвратное потребление м <sup>3</sup> /год
	Всего	Производственные нужды				Всего	Отведение конденсата	Объем горячей оборотной воды	Канализация	
		Потребление пара общезаводской сети (повторное использование)	Речная вода (техническая)	оборотная вода	Питьевая вода					
Всего по ООО "ТТ"	1307	35	114	1085	113	1272	18	1085	168	75

Таким образом, расчетный расход стоков составляет – 261,8 тыс. м<sup>3</sup> год.

Таблица 11 – Балансовая таблица расчетного производственного водопотребления и водоотведения

Наименование потребителя	Водопотребление, тыс. м <sup>3</sup> /год					Водоотведение, тыс. м <sup>3</sup> /год				Подается для повторного использования, тыс. м <sup>3</sup> /год	Безвозвратное потребление, тыс. м <sup>3</sup> /год	Примечание
	всего	Производственные нужды				Всего	Отведение конденсата	Объем горячей оборотной воды	Канализация			
		Потребление пара общезаводской сети (повторное использование)	Речная вода (техническая)	Оборотная вода	Питьевая вода							
<b>Изоляционный цех №2</b>												
Участок изготовления изоляционных материалов	9,417	9,417				8,869	5,292		3,577		0,548	
Итого по цеху №2	9,417	9,417	0,000	0,000	0,000	8,869	5,292	0,000	3,577	0,000	0,548	
<b>Заготовительно-сварочный цех №5</b>												
Участок обезжиривания и промывки радиаторов	0,475	0,475				0,475			0,475			
Участок термической сушки трансформаторов	2,738	2,738				2,738	2,190		0,548			
Окрасочный участок - подпитка ванны промывки (потери воды на испарение - 3%)	19,930		19,930			19,332			19,332		0,598	
Ванны обезжиривания V=10 м <sup>3</sup> (замена раствора)	0,120		0,120			0,120			0,120			
Ванны фосфатирования V=10 м <sup>3</sup> (замена раствора)	0,020		0,020			0,020			0,020			
Затраты на подпитку растворов	0,917		0,917			0,917			0,917			
Итого по цеху №5	24,200	3,213	20,987	0,000	0,000	23,602	2,190	0,000	21,412	0,000	0,598	
<b>Обмоточный цех №16</b>												
Участок термовакуумной сушки обмоток	1,898	1,898				1,898	1,350		0,548			
Участок изготовления изоляции	1,314	1,314				1,314	0,876		0,438			
Рабочие насосы НВЗ-300 (2шт.)	26,280			26,280		26,280		26,280				
Рабочие насосы РМК-4 (2шт.)	26,280			26,280		26,280		26,280				
Итого по цеху №16	55,772	3,212	0,000	52,560	0,000	55,772	2,226	52,560	0,986	0,000	0,000	
<b>Сборочный силовых трансформаторов цех №17</b>												
Участок маслохозяйства	1,971	1,971				1,971			1,971			
Участок термовакуумной сушки обмоток	12,775	12,775				12,775	6,570		6,205			

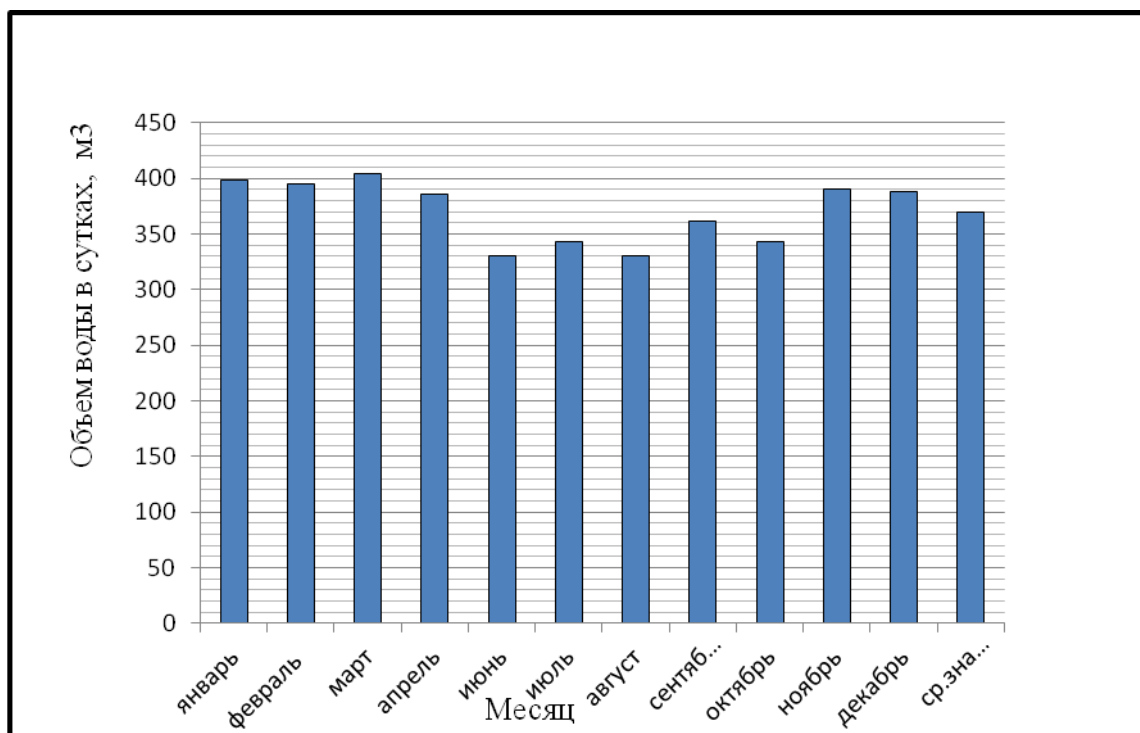
### 2.3.2 Расчет сброса промышленно бытовых стоков за 2014год

Расчет сброса промышленно бытовых стоков проведен согласно данным ОГЭ по показаниям счетчиков данные за 2014г. ООО «Тольяттинский Трансформатор» приведены ниже (таблица 12) (рисунок 6 – 7).

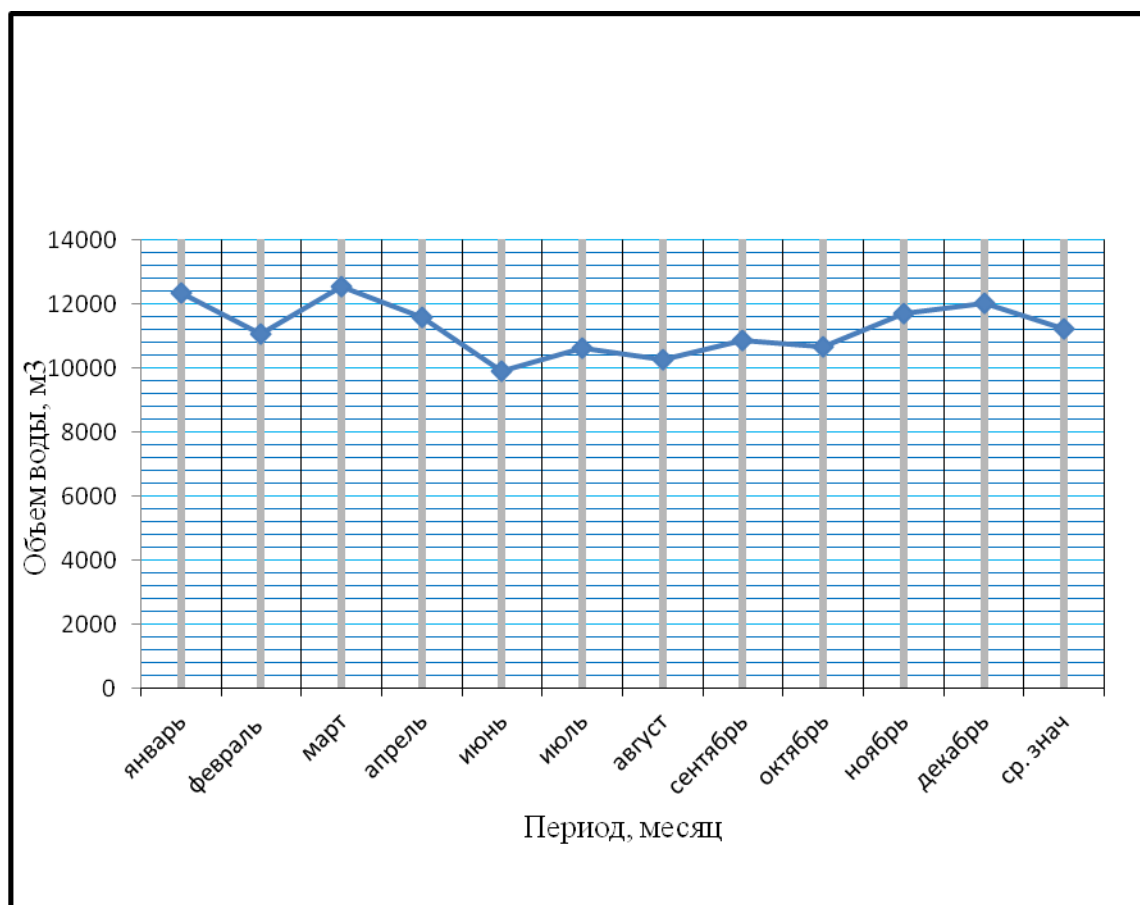
**Таблица 12 – Расчет сброса промышленно бытовых стоков за 2014г. ООО «Тольяттинский Трансформатор»**

№ п.п.	Месяц	Средний расход воды м <sup>3</sup> в день	Сумма расхода за месяц, м <sup>3</sup>
1	январь	398	12343
2	февраль	395	11048
3	март	404	12529
4	апрель	386	11579
5	май	386	11579
6	июнь	330	9897
7	июль	343	10623
8	август	331	10255
9	сентябрь	361	10837
10	октябрь	343	10636
11	ноябрь	390	11708
12	декабрь	388	12034
	<b>Среднее значение за год</b>	<b>370</b>	<b>11226</b>





**Рисунок 6 – Сброс сточной воды за 2014г.**



**Рисунок 7 – Сброс сточной воды в месяц за 2014г.**

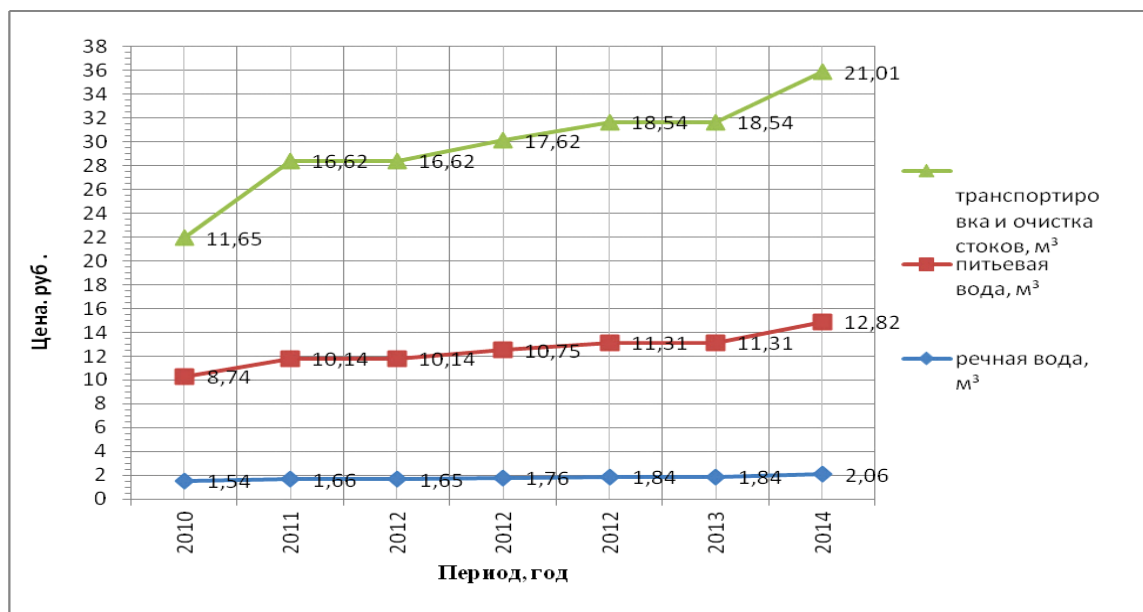
### 2.3.3 Экономические затраты на сброс промышленно бытового стока

При разработке системы водоотведения устанавливается необходимость и экономическая целесообразность проектирования и строительства соответствующих объектов. Уточняются данные о количестве потребляемой воды, что приведено в п.1.2.2 и сточных водах, а также обосновывается выбор оптимальных решений по их отводу и очистке. В итоге необходимо рассчитать экономическую оценку предлагаемых решений. Для этого необходимо провести мониторинг затрат на водоотведение. Данные предоставлены отделом ОГЭ. Расчеты представлены ниже (таблицы 13-14) (рисунок 8-9).

**Таблица 13 – Тарифы цен на воду транспортировку и очистку стоков 2010 – 2014г.\***

Тип воды	тариф 2010г руб.*	тариф 2011 г руб.*	тариф с 01.12 – 06.12г. руб.*	тариф с 07.12г– 08.12г руб.*	тариф с 09.12г 12.12г руб.*	тариф с 01.13г – 06.13г руб.*	тариф с 07.13г руб.*
речная вода, м <sup>3</sup>	1,54	1,66	1,65	1,76	1,84	1,84	2,06
питьевая вода, м <sup>3</sup>	8,74	10,14	10,14	10,75	11,31	1,31	12,82
Транспорт – Таировка и очистка стоков, м <sup>3</sup>	11,65	16,62	16,62	17,62	18,54	18,54	21,01

\* Тарифы без учета НДС

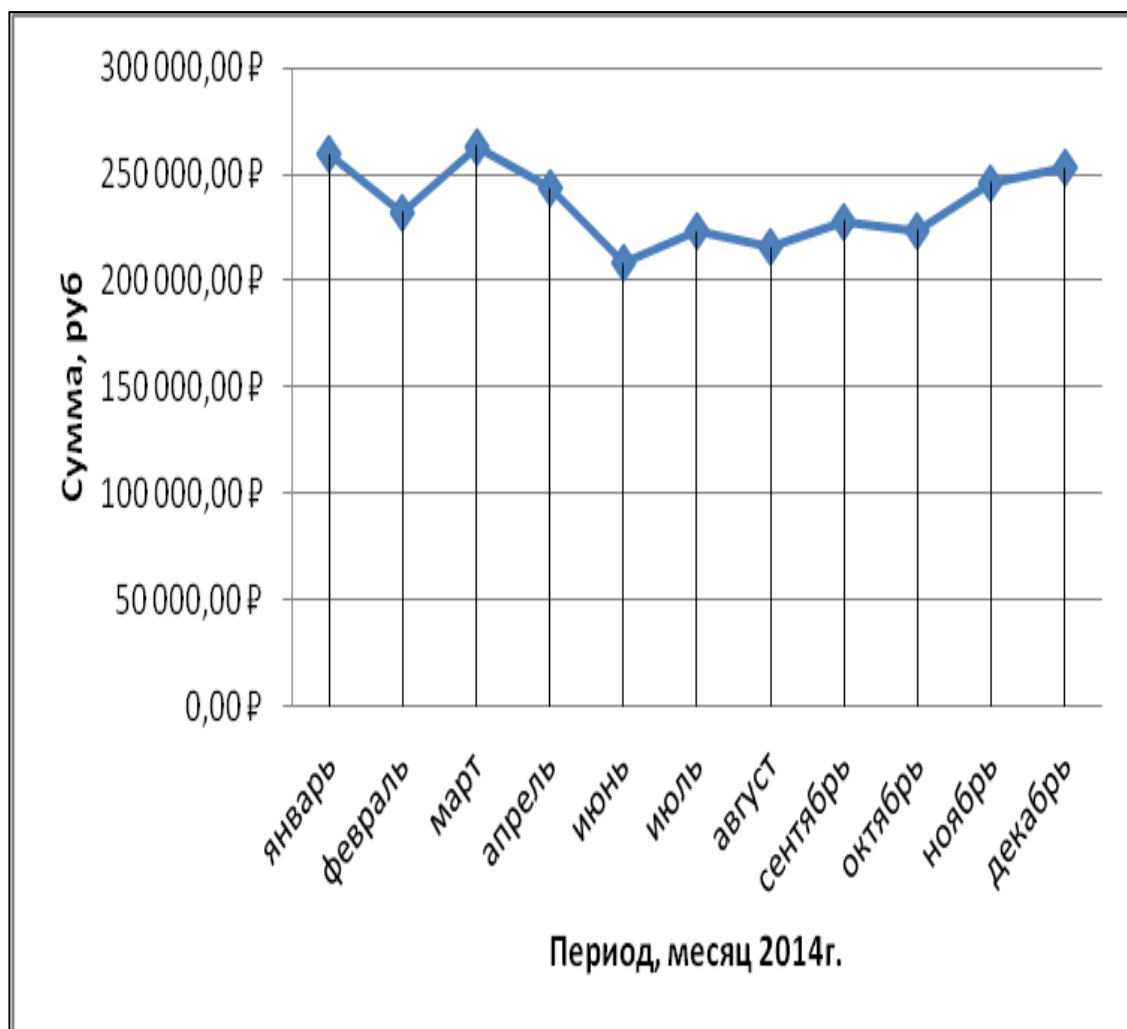


**Рисунок 8 – Тарифы цен на воду транспортировку и очистку стоков 2010 – 2014г.**

**Таблица 14 – Сумма расхода на транспортировку и очистку стоков, ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2014г.руб.**

Месяц	Среднемесячная плата расходов на транспортировку и очистку стоков в день, при тарифе 21,01руб за м³.	Сумма расхода за месяц на транспортировку и очистку стоков, руб.
январь	8365,37	259326,43
февраль	8289,95	232118,48
март	8489,4	263171,26
апрель	8109,16	243274,79
июнь	6931,2	207935,97
июль	7199,65	223189,23
август	6950,24	215457,55
сентябрь	7589,51	227685,37
октябрь	7208,46	223462,36
ноябрь	8199,5	245985,08
декабрь	8155,95	252834,34

Более наглядно сумма расхода на транспортировку и очистку стоков, ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2014 г. представлена на рисунке 9.



**Рисунок 9 – Сумма расхода на транспортировку и очистку стоков, ООО «Тольяттинский Трансформатор» за 2014 г., руб.**

Оплата за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в систему канализации, в соответствии со ст.16 Закона. «Об охране окружающей среды», на основании постановления Правительства Самарской области от 22.07.2009г. №340 «О взимании платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации населенных пунктов Самарской области». По данным ООО «ВоКС» плата за загрязняющие вещества предоставляется ежеквартально данные о сумме 1 174 144,91 руб. (таблица 16). Сумма штрафов ежегодно растет с геометрической прогрессией. За каждое вещество превышающее предел допустимого сброса предприятие выплачивает штраф в двадцати пяти кратном размере.

**Таблица 15 – Расчет платы за сброс загрязняющих веществ в 2014год**

№ п/п	Вещества	1 квартал			2 квартал			3квартал			4 квартал			2014г.
		Плата за сброс в руб.		Итого оплата, руб.	Плата за сброс в руб.		Итого оплата, руб.	Плата за сброс в руб.		Итого оплата, руб.	Плата за сброс в руб.		Итого оплата, руб.	Итого за год, руб.
		ПДН	Сверх лимит		ПДН	Сверх лимит		ПДН	Сверх лимит		ПДН	Сверх лимит		
2.	БПК	498,29	14525,08	15023,37	426,2	8097,75	8523,95	457,77	2754,27	3212,04	460,75	8459,03	8919,79	35679,15
3.	Хром (6)			0,0			0,0			0,0			0,00	0,00
4.	Нефтепродукты	812,61		812,61	815,47	24507,11	25322,6	286,42		286,42	638,17	8169,04	8807,20	35228,81
5.	Цинк	120,68	12494,93	12615,61	103,22	20471,28	20574,5	110,86	2009,4	2120,26	111,59	11658,54	11770,12	47080,49
6.	Медь	150,84	87992,77	88143,61	129,02	57629,45	57758,5	138,58	29171,1	29309,7	139,48	58264,43	58403,91	233615,64
7.	Взвеш. вещества	2252,6	167476,1	169728,67	1926,71	48110,65	50037,4	2069,45	47992,7	50062,2	2082,92	87859,80	89942,73	359770,91
8.	Железо общее	429,1		429,10	172,42		172,42	200,7		200,7	267,41	0,00	267,41	1069,63
9.	Аммоний – ион	1076,8	7342,05	8418,88	921,04	593,1	1514,14	989,28	4084,52	5073,8	995,72	4006,56	5002,27	20009,09
10.	Сульфаты	10,94		10,94	8,88		8,88	12,5		12,5	10,77	0,00	10,77	43,09
11.	Хлориды – анион	5,6		5,60	3,59		3,59	8,89		8,89	6,03	0,00	6,03	24,11
12.	Нитрит – ион	24,48	739,36	763,84	20,93	230695,9	230717	22,49	730,77	753,26	22,63	77388,67	77411,31	309645,23
13.	Нитрат – ион	0,52		0,52	12,35		12,35	0,12		0,12	4,33	0,00	4,33	17,32
14.	Фосфаты	318,42		318,42	377,55	19141,03	19518,6	294,38		294,38	330,12	6380,34	6710,46	26841,84
15.	СПАВ	10,88		10,88	9,31	1228,01	1237,32	10	837,67	847,67	10,06	688,56	698,62	2794,49
16.	Никель		548,07	548,07		535,44	535,44		341,83	341,83		475,11	475,11	1900,45
17.	Алюминий		7605,06	7605,06		4193,17	4193,17		1686,05	1686,05		4494,76	4494,76	17979,04
18.	Фенол		29414,73	29414,73		838,64	838,64		26330,2	26330,2		18861,18	18861,18	75444,73
19.	Свинец		3908,65	3908,65		767,47	767,47		574,54	574,54		1750,22	1750,22	7000,88
<b>Сумма расходов на сброс загрязняющих веществ за год</b>													<b>1 174 144,91 руб.</b>	

## ГЛАВА 3. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ПОДБОР ЦЕПОЧКИ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЙ

### 3.1 Проектирование локальных очистных сооружений

Для того чтобы начать проектировать очистные сооружения следует определить следующие моменты:

- рассчитать объем стока сбрасываемый в канализацию, ООО «Тольяттинский Трансформатор» составляет  $370\text{м}^3$  в день;
- время сброса стоков, предприятие работает в течение суток;
- определить источники сброса стоков, подробно они описаны в главе 2;
- определить место сброса для очистных сооружений, колодец № 836
- определить характеристику грунта, по проведенному анализу это суглинистые, глинистые почвы, согласно справочникам грунтовые воды находятся на расстоянии 45м.;
- наличие электроснабжения, необходимость разработки проекта;
- определить площадь, на которой расположится ЛОС.

Что и было сделано в предыдущей главе. План действий по снижению концентрации вредных веществ в стоках можно представить диаграмме (рисунок 10).

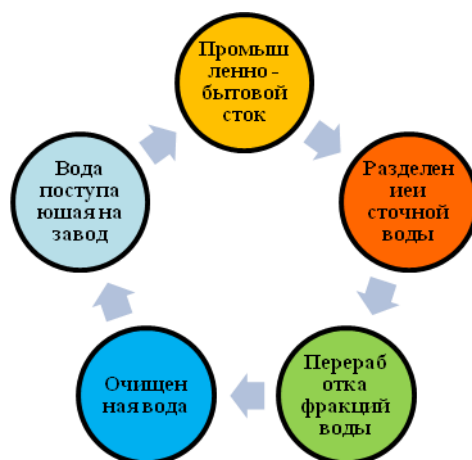
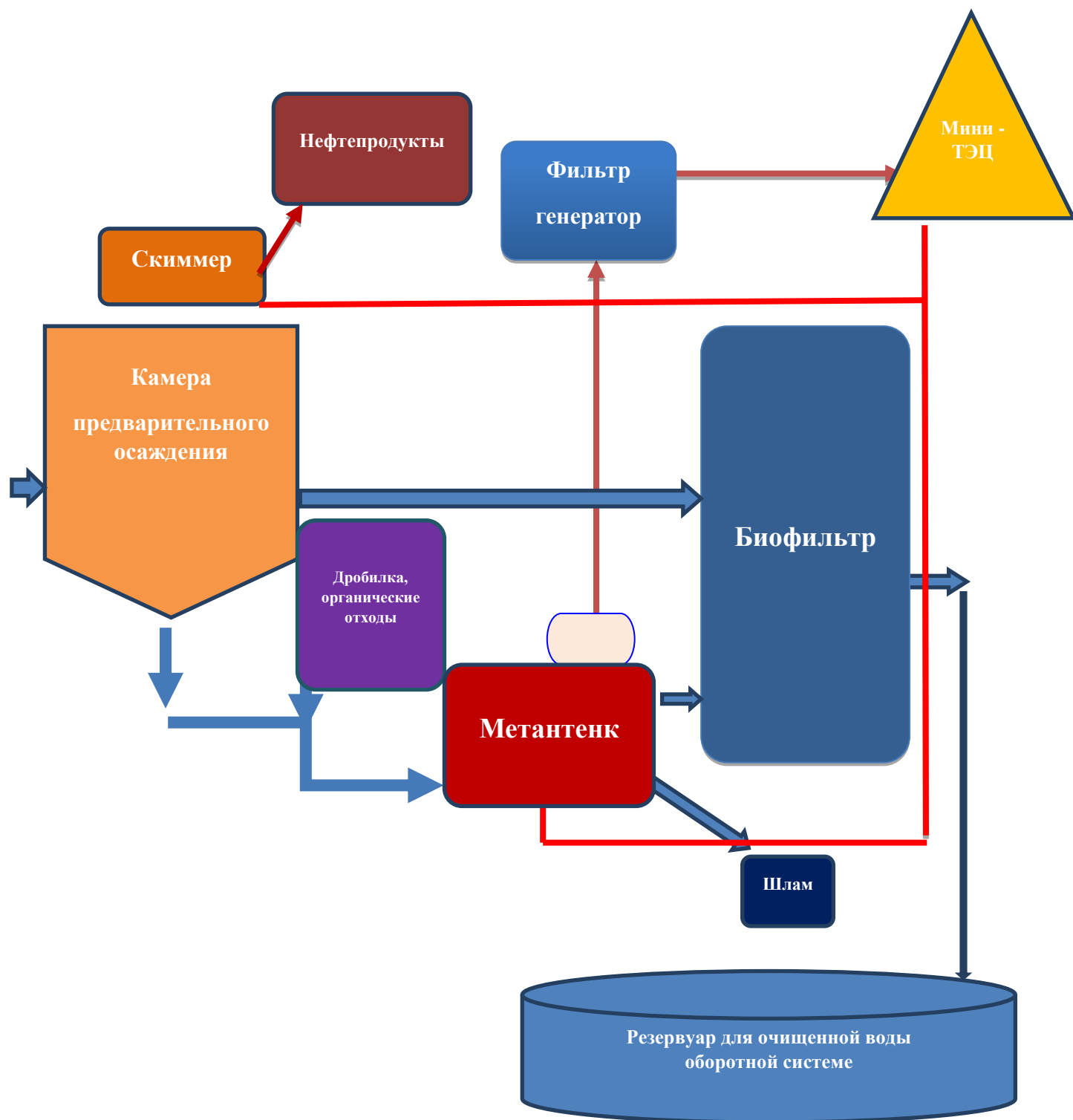


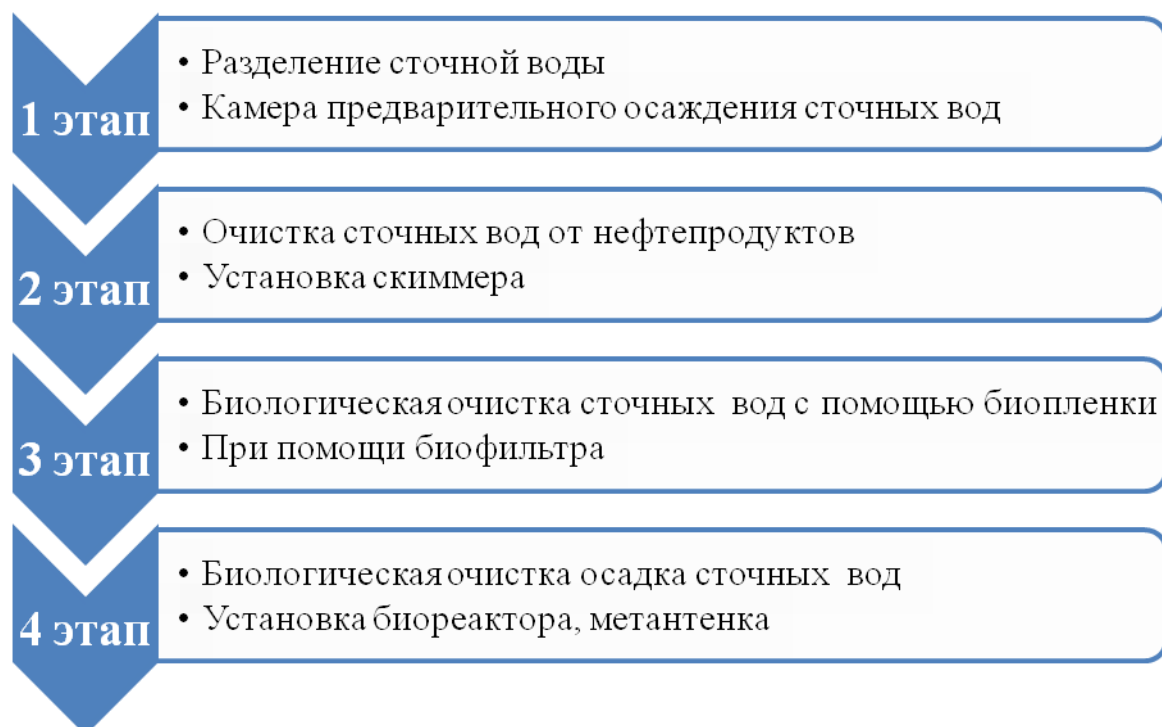
Рисунок 10 – Схема очистного сооружения

Технологическая схема представлена в рисунке 11.



**Рисунок 11 – Техническое предложение комбинированной очистки стоков**

Этапы строительства очистного сооружения (рисунок 12).



**Рисунок 12 – Этапы строительства очистных сооружений**

Результатом исследования очистных мероприятий заводов машиностроительной отрасли, предложена блок – схема очистки стоков от нефтепродуктов и получение ГСМ для ООО «Тольяттинский Трансформатор» (рисунок 13).



**Рисунок 13 – Схема утилизации нефтепродуктов из сточных вод**

Камера предварительного осаждения представлена в виде вертикального отстойника. Представляет собой цилиндрический резервуар с конусным днищем, с углом наклона между стенками 70–80°.

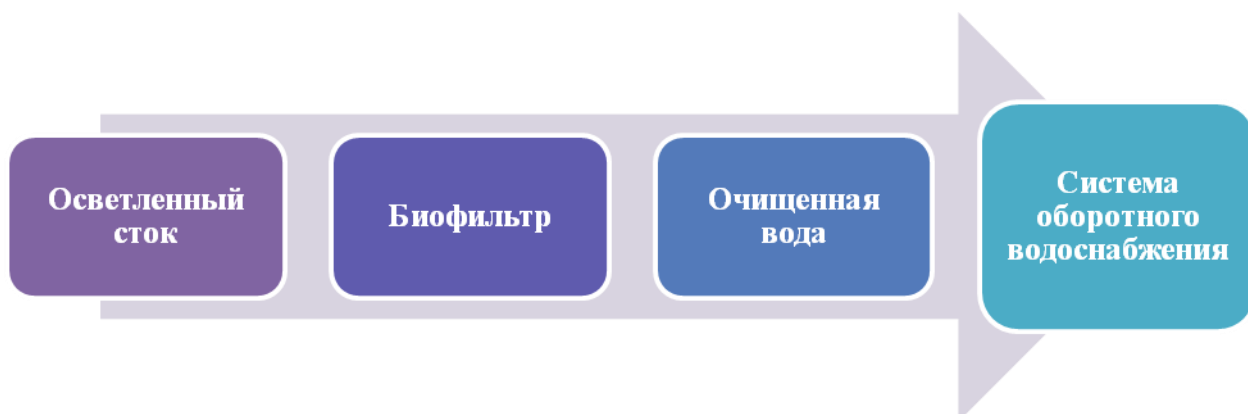


Сточная вода подводится к центральной трубе и спускается по ней вниз. При выходе из нижней части центральной трубы она меняет направление движения и медленно поднимается вверх к сливному желобу. При этом из сточной воды выпадают грубодисперсные примеси, плотность которых больше плотности сточной воды. Каждая частица нерастворенных примесей, поступившая в отстойник, стремится двигаться вместе со слоем воды вверх с той же скоростью, с какой движется вода; в то же время под действием силы тяжести она стремится вниз со скоростью, зависящей от размера и формы частиц, их плотности и вязкости жидкости (рисунок 14)

Осадок из вертикальных отстойников удаляют под действием гидростатического давления через иловую трубу, выпуск которой расположен на 1,5—2 м ниже уровня воды в отстойнике. Влажность осадка 95%. К достоинствам камеры предварительного осаждения является:

- числу их относятся удобство удаления осадка
- небольшая площадь.

Осветленная и обезжиренная вода поступает в блок биофильтра, где очищается и повторно используется в системе оборотного водоснабжения.

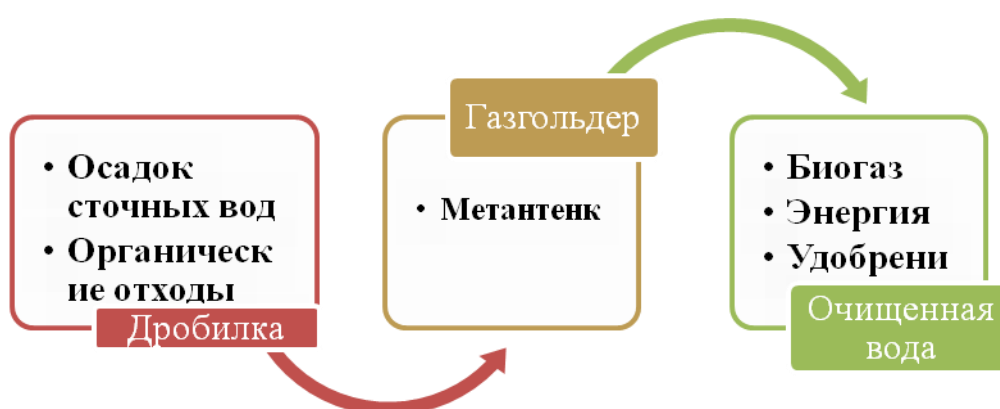


**Рисунок 14 – Получение очищенной воды**

В ходе отстаивания сточных вод образуется осадок органического происхождения. Также на предприятии ежемесячно образуется более 70 тон органических отходов (таблица 16) возможность их переработать и получить энергию, возможна при анаэробном сбраживании осадка (рисунок 15).

**Таблица 16 – Годовые нормативы образования отходов производства и потребления органического характера**

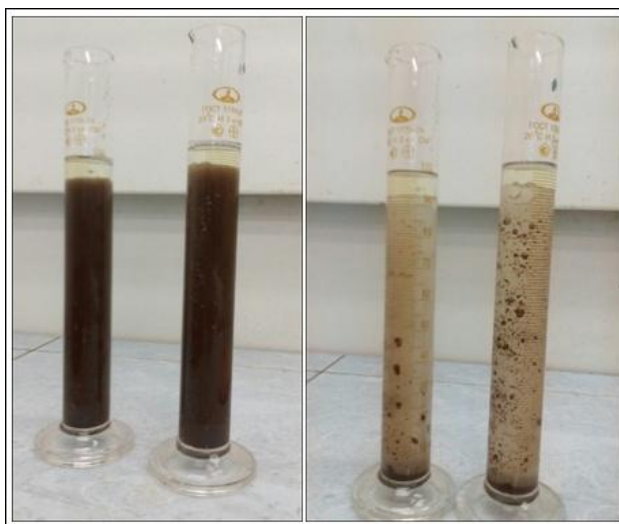
№ п/п	Отходы органического происхождения	Класс опасности	Отход, образующий вид деятельности, процесс	Годовой норматив образования отхода, т
1	Разнородные отходы бумаги и картона	4	Изготовление основной продукции	5,042
2	Древесные отходы из натуральной чистой древесины несортированные	5	Обработка древесины, операции расщепления	89,481
3	Изделия из натуральной древесины, потерявшие потребительские свойства	5	Расщепления поступающего сырья и материалов	598,648
4	Отходы шпона натуральной чистой древесины	5	Обработка древесины	2,679
5	Опилки натуральной чистой древесины	5	Обработка древесины	46,839
6	Отходы упаковочной бумаги незагрязненные	5	Изготовление основной продукции	32,349
7	Отходы упаковочного картона незагрязненные	5	Расщепления поступающего сырья и материалов	20,403
8	Отходы жиρούловителя	4	Чистка жиρούловителя	18
9	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	5	Функционирования столовой	7,781
10	Отходы (мусор) от уборки территории и помещений объектов оптово-розничной торговли продовольственными товарами	5	Функционирование буфетов	12,528
Сумма отходов за год в тоннах				833,75 т.



**Рисунок 15 – Получение вторичных продуктов при анаэробном сбраживании осадка**

### 3.2 Разделение и предварительное осаждение сточных вод

Прежде чем приступить к очистке сложного по составу стока необходимо его предварительно разделить. По экспериментальным данным плотность стока составила  $996 \text{ г/см}^3$  при температуре  $20^\circ\text{C}$ . Плотность индустриального масла при температуре  $20^\circ\text{C}$  составила  $870 \text{ г/см}^3$ . В цилиндре, где была налита сточная вода, через 60 мин произошло разделение состава на 3 фракции. Сверху образовалась пленка с органическими маслами, далее осветленная вода на дне цилиндра образовался осадок взвешенных частиц (рисунок 16).



**Рисунок 16 — Фото сточной воды слева, справа отстойной сточной воды через 60 мин при проведении эксперимента**

Исходя из свойств сточной воды, для разделения стока предлагается использовать камеру предварительного осаждения. Камерой предварительного осаждения сточных вод является отстойник, он представляет собой накопительный резервуар, который служит для сбора стоков [40]. С помощью гравитационной силы происходит извлечение механических примесей, далее начинается процесс биологической очистки, происходит осаждение мелкодисперсных и коллоидных частиц. В проекте подобран отстойник цилиндрической формы с конусным днищем,

выполнений из армированного бетона. Принцип работы заключается в следующем: вода поступает через вертикальную трубу с воронкообразным расширением (раструб) вниз сходящим потоком. Отражающий щит, расположенный под трубой изменяет направление движения стока, что позволяет стокам, разделяться, и осадок легко отделяется в отстойной части. Поток устремляется вверх и через переливную кромку переливается в осветленный поток. Осадок, скопившийся в нижней части отстойника удаляется через иловую трубу. С помощью перегородки находящейся в верху отстойника перед лотком, не дает возможности попасть взвешенным частицам всплывающих на верх [48] (таблица 17).

**Таблица 17 – Преимущество камеры предварительного осаждения**

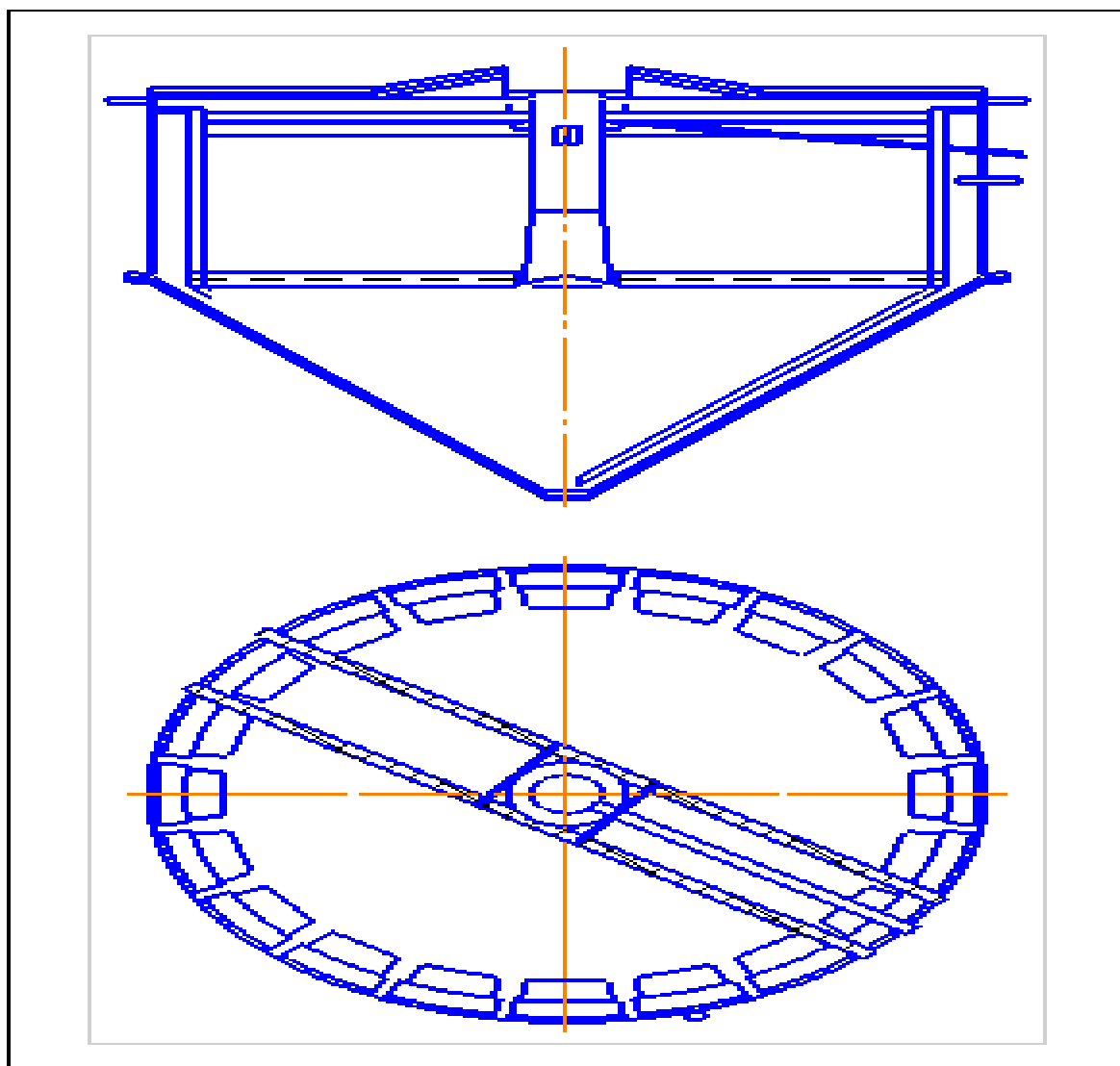
№ п/п	Преимущества
1	Простая конструкция, легок в эксплуатации
2	Удаление 50 % взвешенных примесей
3	Экономически выгоден, стоимость затрат низкая
4	Большая длина водослива позволяет уменьшить вынос взвешенных веществ.

При проектировании камеры предварительного осаждения следует принимать:

1. диаметр должен быть от 10 м и выше;
2. глубина должна быть 2,7 – 3,8 м;
3. центральная труба должна быть длиной, равной высоте отстойной зоны;
4.  $\varnothing$  раструба должен быть 1,35  $\varnothing$  центральной трубы, а  $\varnothing$  щита равен 1,3 диаметра раструба воронки;
5. Наклон поверхности отражательного щита к горизонту  $17^{\circ}$  градусов;

На эффективность работы камеры предварительного осаждения влияет заглубление трубы, положение отражающего щита в которую попадают

стоки. Щит меняет направление стока и регулирует скорость сточной воды. Размер расстояния между трубой и щитом рассчитываются согласно СНиП 2.04.02 – 84 [104,105]. Размер щели от отражающего щита выбирается произвольно. Подбор длины основной трубы и положение щита проводится экспериментальным путем, так как во время эксплуатации оборудования происходит постоянный вынос взвеси, что бы это предотвратить необходимо, провести экспериментальную работу на месте установки отстойника. Угол наклона нижней части отстойника должен быть примерно  $55 - 70^{\circ}$ , для возможности хорошего сползания осадка в иловую трубу [106] (рисунок 17).



**Рисунок 17 — Чертеж камеры предварительного осаждения сточных вод**

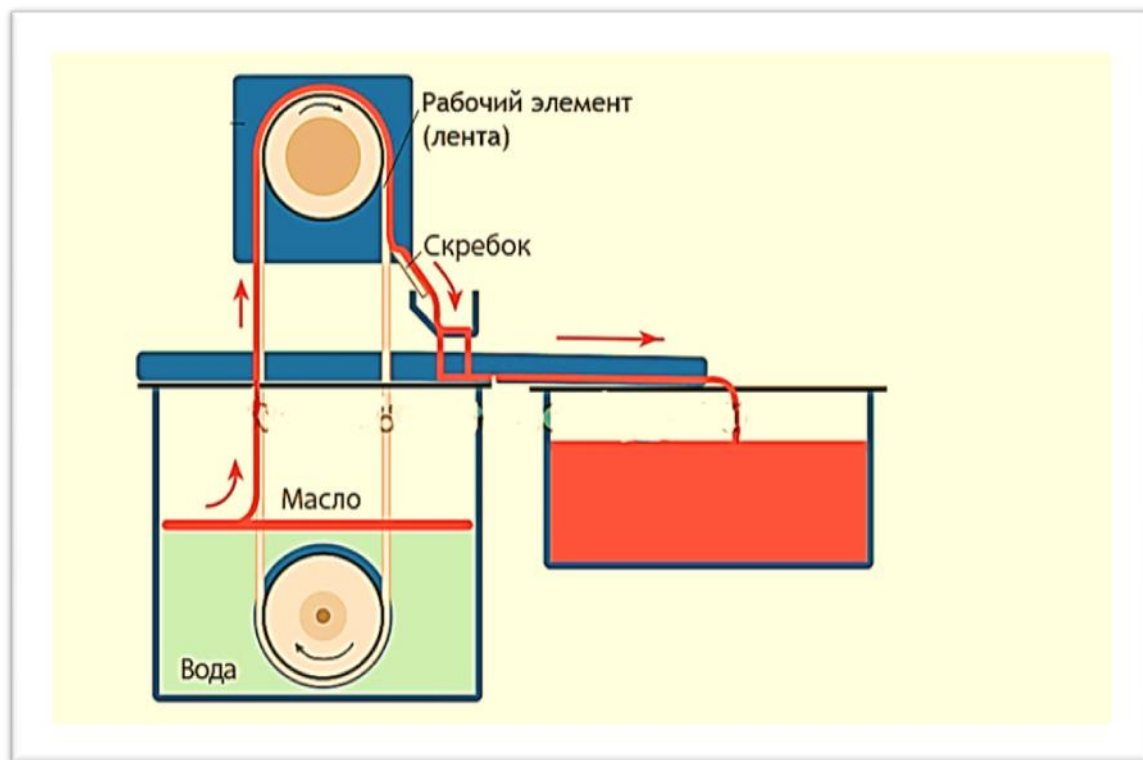
### 3.3 Системы очистки сточных вод от нефтепродуктов

В верхней части на поверхности камеры предварительного осаждения образуется пленка, состоящая из нефтепродуктов и жиров. Для решения этой проблемы, очистки от нефтепродуктов приходят альтернативные решения очистки от н.п., которые смогли избежать привлечения больших денежных средств и простоту конструкции и обслуживания [41]. Особого внимания в этом плане заслуживают скиммеры. Скиммер – это устройства механической очистки воды, которое применяются при аварийных разливах нефтепродуктов [52]. Установка скиммера позволит модернизировать очистные сооружения, без серьёзных финансовых и временных потерь. Промышленный скиммер используется, в комплексе с другими очистными сооружениями. Благодаря особенностям конструкции наиболее будет использован ленточный скиммер [55]. Ленточные скиммер устанавливается в камере предварительного осаждения сточных вод. Преимущества ленточных скиммеров:

- прочность и надёжность, при этом простоту и удобство в эксплуатации, не требует постоянного присутствие персонала, оборудование работает в автоматическом режиме;
- эффективно работает в аварийном режиме, так и с постоянным усредненным загрязнении;
- есть возможность доработки моделей в соответствии со специфическими требованиями технологических процессов;
- возможность повторного использования собранного нефтепродукта или продажи его как отработанного ГСМ;
- снижение штрафов за превышение ПДК, увеличение эффективности всей системы очистки, эффективная очистка стоков от нефтепродуктов до 99,9%.

### 3.3.1 Принцип работы скиммера

Принцип работы скиммера (рисунок 18) основан на физических свойствах нефтепродуктов, а именно на его удельном весе и поверхностном натяжении.



**Рисунок 18 – Принцип работы скиммера, процесс извлечения нефтепродуктов из воды.**

Плавающие на поверхности производные нефти в отличие от воды притягиваются и прилипают к движущейся ленте (лента выполнена из специальных гидрофобных материалов).

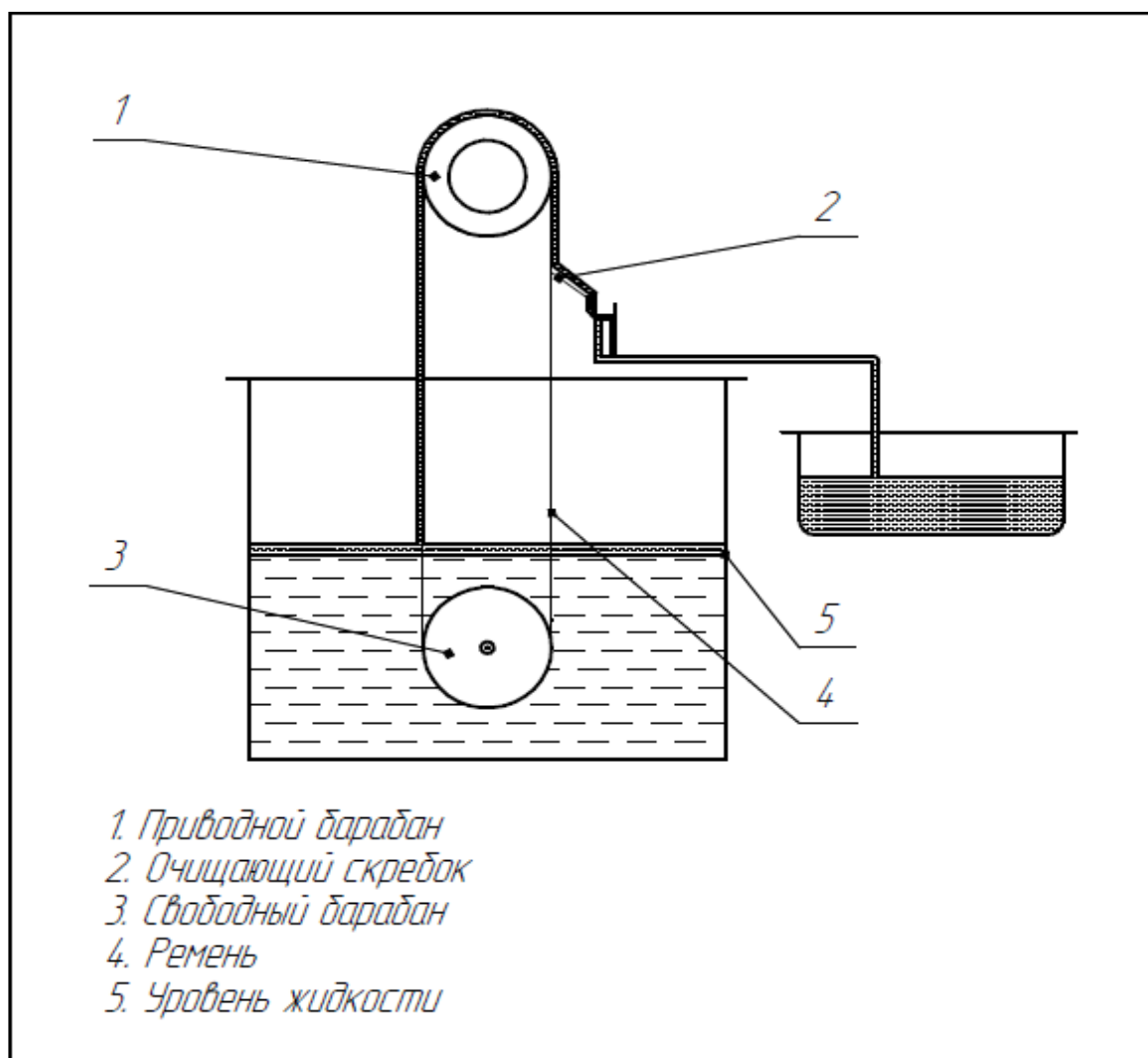
Проходя через поверхность жидкости, собирать плавающие масла и нефтепродукты с очень небольшим количеством воды. Затем на смесь счищается с ленты с помощью специальных масло съёмников или прижимных роликов [52].

При выборе скиммера необходимо учитывать следующие условия: температуру стоков, рН, наличие абразива, УФ – излучения. К достоинствам скиммера является: удобство удаления осадка, он собирается в отдельный отстойник, небольшая площадь изделия.

### 3.3.2 Конструкция скиммера и принцип его действия

В состав конструкции входит: ремень для транспортировки, нижний и верхний барабан, двигатель, редуктор и скребок. Ремень и барабан погружены в камеру предварительного осаждения сточных вод. Нефтепродукты притягиваются к ремню и удаляются с поверхности воды.

Производные нефти в отличие от воды притягиваются и прилипают к движущейся ленте (лента выполнена из специальных гидрофобных материалов). Проходя через поверхность жидкости, собирать плавающие масла и нефтепродукты с очень не большим количеством воды. Затем на смесь счищается с ленты с помощью специальных масло съёмников или прижимных роликов (рисунок 19).



**Рисунок 19 – Конструкция скиммера и принцип действия**



Таким образом, промышленные ленточные скиммеры позволят удалить из стоков нефтесодержащие продукты распада и жиры без больших финансовых затрат и временных потерь (таблица 18) [41].

На практике эксплуатация такого оборудования ведёт к улучшению качества очистки сточных вод и зачастую к сокращению объёма отходов, что снижает расходы предприятия и положительно влияет на его репутацию. Рациональность применения скиммеров иллюстрируется успешным опытом многих предприятий Москвы, Санкт – Петербурга, Екатеринбурга и др. Например, в Тверской области внедрение скиммеров в комплексе по производству смазочных материалов позволило снизить нагрузку на дорогостоящие системы очистки сточных в 2,8 раза.

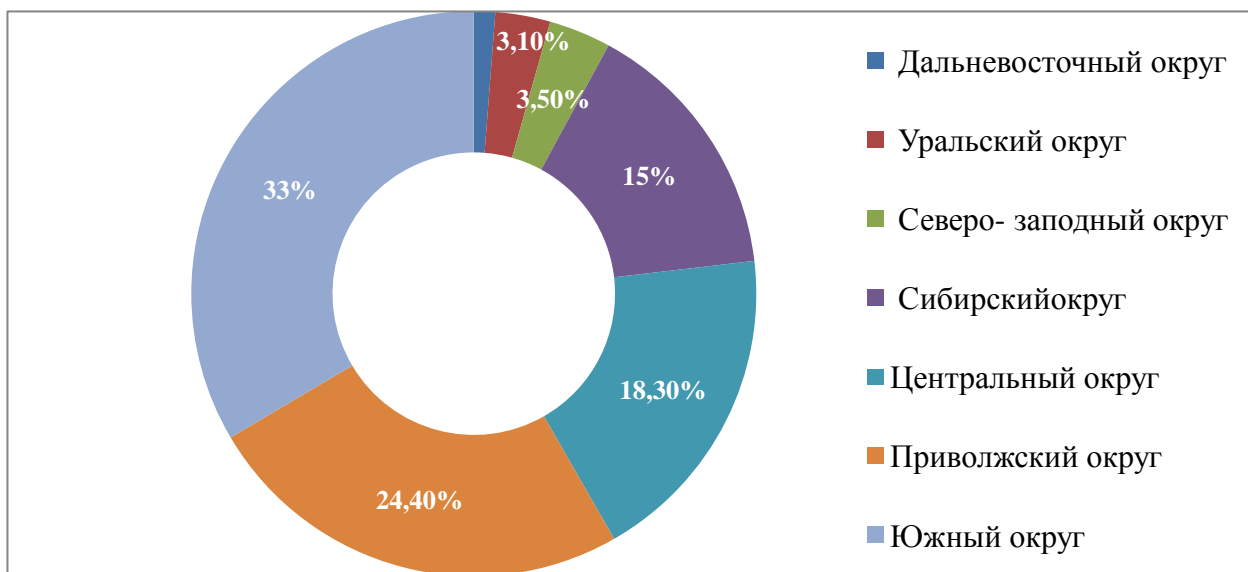
**Таблица 18 – Характеристики скиммера**

№п/п	Характеристики технические	Показатель
1.	Р (один двигатель), кВт	0,2
2.	U , В	380
3.	Мин. размер резервуара, м <sup>2</sup>	0,4
4.	Н установки над поверхностью воды (мин/мах) мм	500/5000
5.	L. , м	15
6.	T, ° C	от – 0,0 до + 40,00 °
7.	Сливной патрубок	2
8.	M , кг	13,8
9.	F, приводного колеса, об/ мин.	30
10.	LS, дБА, не более	50
11.	Класс изоляции	F
12.	Степень защиты	IP 54
13.	Защита от перегрева	реле
14.	Ресурс редуктора, час	10000
15.	Материал корпуса	Сталь нерж.
16.	Материал колеса	Керамика

### 3.4 Биологическая очистка стоков с помощью метантенка

На данный момент в развитых странах активно развивается альтернативные источники энергии и биоэнергетика. Широко применяется биогаз в Индии, Вьетнаме, Непале, малые газовые установки нашли большое применение в Китае. Согласно мониторингу биогазовая промышленность имеет ежегодный рост на 25%. Нашел применение биогаз в автомобильной промышленности фирмы SCANIA, VOLVO начали производство автобусов снабженных биогазовым двигателем [1].

Альтернативный источник энергии все чаще становится актуальным, тема биогаза часто поднимается на международных конференциях. Так, например Швейцария планирует увеличить объемы изготовления биогаза на 10%, а Осло запустить более 100 автобусов работающих на биогазе. Актуальной эта тема и в России большие площади страны позволяют заниматься агропромышленным комплексам. Ежегодно от животноводства образуется  $777 \times 10^6$  тонн органических отходов, из которых можно произвести  $66 \times 10^9$  м<sup>3</sup> газа. Потенциал развития биореакторов высок в Приволжском федеральном округе, в Южном округе, в Центральной России и Сибири. (рисунок 20).



**Рисунок 20 – Возможности развития биогазовых установок в России**

В 2009г. в России в Калужской области был запущен биореактор. В Белгородской области произведен запуск биогазовой станции «Байнцуры», «Лучки». Планируется запуск биогазовой станции в Мордовии. Белгородская область является основным лидером биогазовых установок. Применение биогаза тесно связано с энергосбережением. Развитие нетрадиционной энергии активно развивается в Казахстане, что нашло свое отношение в нормативной документации Республики. Там принят нормативный акт № 351 – IV от 15.11.2010 и изменениями и дополнениями на 29.10.2015 «О государственном регулировании производства и оборота биотоплива». Основная цель заключается в снижении антропогенной нагрузки на окружающую среду [2]. Развитие биотоплива в России остается еще на низком уровне, отсутствие законодательства дает свой минус. Но 1 апреля 2011г. решением Правительства была разработана программа развития биотехнологий в РФ на 2011 – 2020г "БИО – 2020", что дает толчок в развитии этого направления. Задачей этого проекта является увеличение объемов биотоплива до 10 – 15%. С помощью биогазовых установок решаются экологические (сокращение и утилизация отходов), экономические (получение вторичных продуктов позволяет сократить расходы), энергетические вопросы. Кроме того из втор сырья получается прекрасное органическое удобрение для земледелия [47] (рисунок 21).

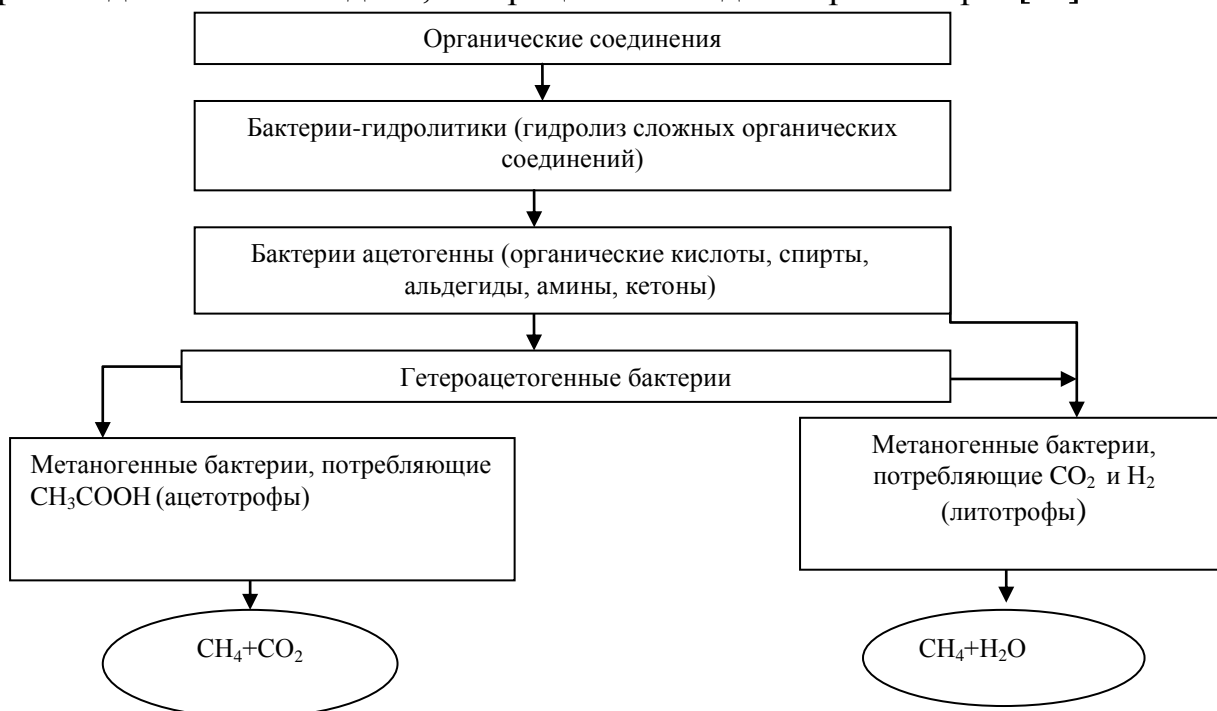


**Рисунок 21 – Решение проблем с помощью метантенка**

### **3.4.1 Биохимические процессы при использовании анаэробной очистке сточных вод**

Биохимия и микробиология анаэробных процессов образования сложнее, чем аэробных, в ней участвуют различные группы микроорганизмов. За последние годы проведено много исследований по разработке процесса, которые значительно изменили ранее существующие представления о нем и позволили подойти к разработке принципиально новых технологий для его реализации. В результате жизнедеятельности микроорганизмов бактерий, грибов и т.д. без доступа кислорода в органических веществах происходит метановое сбраживание осадка. При полном распаде органических веществ образуется 95% газа [38]. Метаногенез применяется для разложения органики: осадка стоков отстоянной воды и переработки фекалий. Также часто используется целлюлоза, она легко подается анаэробному сбраживанию и выделение биогаза. Биогаз в основном содержит метан и углекислый газ, который можно использовать вместо топлива [8]. В основном выделяемый газ, получаемый на биогазовой установки, используется для поддержания работы метантенка. Также возможно при помощи компрессора сжимать газ до необходимого давления и использовать газ обогрев помещений, получение пара и воды и так далее. Вырабатываемая генераторам ТЭЦ электрическая энергия преобразуется в трансформаторе до уровня сетевого напряжения и поступает в общую электрическую сеть с К.П.Д. = 33%, а тепловая энергия составляет К.П.Д. = 50% [16]. Использование газа в двигателях возможно после удаление примесей в газе  $CO_2$  и  $H_2S$ . С неуклонное подорожание нефти на мировом рынке дает возможность развития альтернативных источников энергии, один из которых биогаз. ежегодно вынуждает развивать использование [17]. Биохимические процессы при использовании анаэробной очистке заключаются в следующем. В процессе брожения образуется анаэробные биоценозы. Аноксигенные окисление происходит в анаэробных условиях при

сбраживании жиров, белков и углеводов [22]. Окисление органического субстрата заключается в процессе сульфатредукции, денитрификации. Важным фактором метана образования является отсутствие кислорода и наличие в осадке стока нитрит – ион, нитрат – ион и сульфатов. Процесс разложения органических соединений без доступа кислорода называется метаногенез [25]. Метаногенезу подвергаются органические соединения, например целлюлоза, белки жиры, углеводы, спирты органического происхождения, кислоты и их основание, хлориды, углеводороды и другие вещества. Образование метана довольно сложный, многоэтапный процесс. В процессе разложения сложные органические соединения превращаются в простые. Побочным продуктом является метан и углекислый газ [35]. Благодаря тому, что биохимические особенности анаэробной реакции хорошо изучены, возрастает процент ее применения в технологическом процессе [64]. Метановое разложение включает четыре стадии анаэробного брожения (рисунок 22): гидролиз, кислотную (ацидбгенную), ацетогенную, метаногенную стадию (стадию газообразования). Образование метана происходит на всех стадиях, но процесс этот идет не равномерно[64].

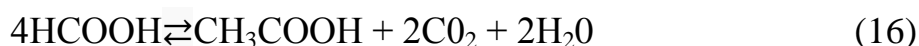
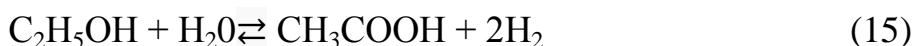


**Рисунок 22 – Стадии анаэробного разложения образование метана**

На первой стадии гидролиза. В процессе разложения с помощью микроорганизмов происходит брожение субстрата. Так, например, после химической реакции разложения молекулы глюкозы можно синтезировать различные вещества. Формулы аэробного дыхания представлены ниже:

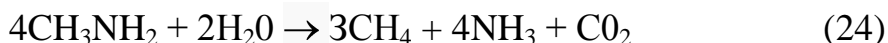
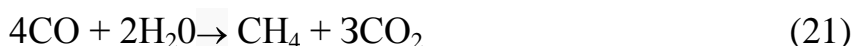
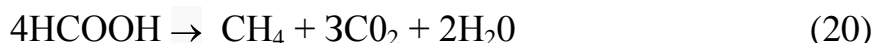


В основном в процессе брожения участвуют бактерии *Bacillus*, *Soehngeni*, *Sarcina*, *Pseudomonas*, *Formicicum*. В ходе реакции образуются в основном содержится до 80% жирных кислот, около 20% ацетата и около 4% водорода. Активность среды должна быть в пределах 4,5 – 7,0 единиц.



Обратимые реакции происходят с небольшим выходом энергии, поэтому давление должно быть низким. Большую роль играют микроорганизмы, использующие в жизнедеятельности водород. С помощью них проходит весь процесс метанообразования. На первой стадии гидролиза в процессе разложения с помощью микроорганизмов происходит брожение субстрата. Так, например, при расщеплении одной молекулы глюкозы клетка может синтезироваться различные вещества. В ацетогенной стадии участвуют бактерии производящие водород такие как *Eubacterium limosum*, *Clostridium ljungdahlii*, *Moorelia thermoautotrophica*, *Acetohalobium arabaticum*, *Acetobacterium woodii*, *Acetohalobium arabaticum*, *Thermoanaerobacter kivui* в качестве питания они используют органические кислоты и переводят их в уксусный эфир, водород и углекислый газ.

В последний метагенной стадии основную работу выполняют метанобразующие бактерии, такие как семейство *Methilomonadaceae* в качестве источника питания используют одноуглеродные органические соединения (метан, метанол). Род *Methilomonas*, *Methylococcus*, строгие аэробы, источником их питания является углерод: метан, метанол и формальдегид. Так же в процессе учувствуют *Ueihanothermus*, *Methanobrevibacter*, *Methanomicrobium*, *Methanogenium*, *Methanospirillum*, микроорганизмы – ацетотрофы *Methanosarcina*, *Methanosaeta*, *Methapicnus*. По следующим реакциям происходят процесс образования ацетата, метанола, метиламина



Во время прохождения реакции активность среды становится щелочной. При разложении уксусной кислоты образуется примерно 75% метана и около 30% других реакций. Для эффективной работы метантенка и получения газа для развития бактерий необходимо создать следующие условия:

— Влажность среды, в осадок сточных вод должен содержать более 50% воды, так как метанобразующие бактерии жизнеспособны при соотношении осадка и воды 50X50.

— Отсутствие кислорода, безвоздушное пространство. Так как метановые бактерии могут развиваться только в анаэробных условиях.

— Редок – с – потенциал (окислительный восстановительный потенциал) он должен находиться на низком уровне, так как в процессе участвуют анаэробные бактерии.

### 3.4.2 Конструкция метантенка, принцип работы биореактора

За основу конструкции взят патент № 2427123 Российской Федерации. Биореактр, заявитель и патентообладатель Осетров В.Г., Кузнецов К.Ю., Дякин С.И., Суфияров Р.Ф., Бурлакова Ф. М., Свалова М.В., опубликованный 27.08.2011[92] .Согласно ГОСТ Р 53790 [36] расположение метантенка должно быть под землей. Это позволит сэкономить средства на строительства, так как не будет необходимости устанавливать вспомогательное оборудование для загрузки стоков, они будут поступать самотеком. Так же увеличится качество терморегулирования. Входные и выходные отверстия располагаются под наклоном ниже уровня жидкости (гидрозатвор) это позволит предотвратить попадания воздуха в резервуар. Так же необходимым условием служит нахождение отверстий на максимально удаленном расстоянии. Это позволит предотвратить выгрузку не сброженных материалов. Сохранение тепла одно из условий брожения и выделения метана. В качестве дешевого и хорошо изолирующего материала предлагается использовать глину, смешанную с отходами от производства металла [109]. Для подогрева биомассы рекомендуется использовать пар низкого давления с температурой до 112°C подающимся через пароструйный инжектор. Во время загрузки пар смешивается с биомассой, нагревается и перемешивается [97]. Время работы инжектора в холодный период занимает до 13 часов, в теплый период до 4 часов [85]. Давление пара составляет 200 – 460 Па, пар подается в дозирующую камеру, где подогревается до 70°C, гельминты при такой температуре погибают. В резервуаре тепло расходуется:

- 1 Подогрев биомассы до необходимой температуры;
- 2 Компенсирование потерь тепла.

Для равномерного распределения осадка его подогрева осадок необходимо периодически перемешивать. Перемешивание происходит с помощью пропеллерной мешалкой. Часы работы мешалки от 2 до 5 часов в



сутки. Метантенк изготовлен в форме цилиндра, перегороденная на сегменты, не достигающие до дна на 3 части: загрузочную, разгрузочную и рабочую (рисунок 23 – 24). В центре емкости располагается мешалка для передвижения и перемешивания осадка. Рабочая часть состоит из следующих деталей. Газгольдер плавающий, он необходим для сбора газа. Перегородки с отверстиями для разделения рабочей части на две секции (левую и правую). Автоматическое открытие и закрытие перегородки в зависимости от уровня биомассы производится с помощью поплавка, в зависимости от уровня жидкости в момент выгрузки. На стенке правой секции. А находится резервуар для горячей воды, обеспечивающей нагрев до 56.°С биомассы в этой части работает в термофильном режиме, а левая часть. Часть Б не нагревается и работает в мезофильном режиме при температуре 30 – 40°С. При запуске метантенка биомасса загружается в рабочую часть обе секции до вершины газгольдера. Поплавок позволяет контролировать биомассу и обеспечивает закрытие отверстия задвижкой. Между биомассой и газгольдером образуется вакуум. Вследствие чего начинается процесс анаэробного сбраживания массы и выделение газа. В правую секцию. А в (14) подается горячая вода до 90°С и субстрат нагревается. Мешалка перемешивает биомассу во всей секции. Б доведя температуру до 55 °С. А в секции А температура достигает лишь 40°С значение температуры контролируются термодатчиками. Время работы субстрата без добавления биомассы в секции. Б составляет от 5 до 10 суток. А в секции Б до 20 суток, то есть в два раза дольше. Так процесс выделения биогаза становится непрерывным. При опускании уровня биомассы в секции Б происходит автоматическое открытие и закрытие отверстия для переливания в секцию. А нового субстрата во время выгрузки. Герметичность газгольдера обеспечивает магнитно жидкостное уплотнение (стальная ванна с маслом и магнитным порошком). Во время образования газа газгольдер поднимается,

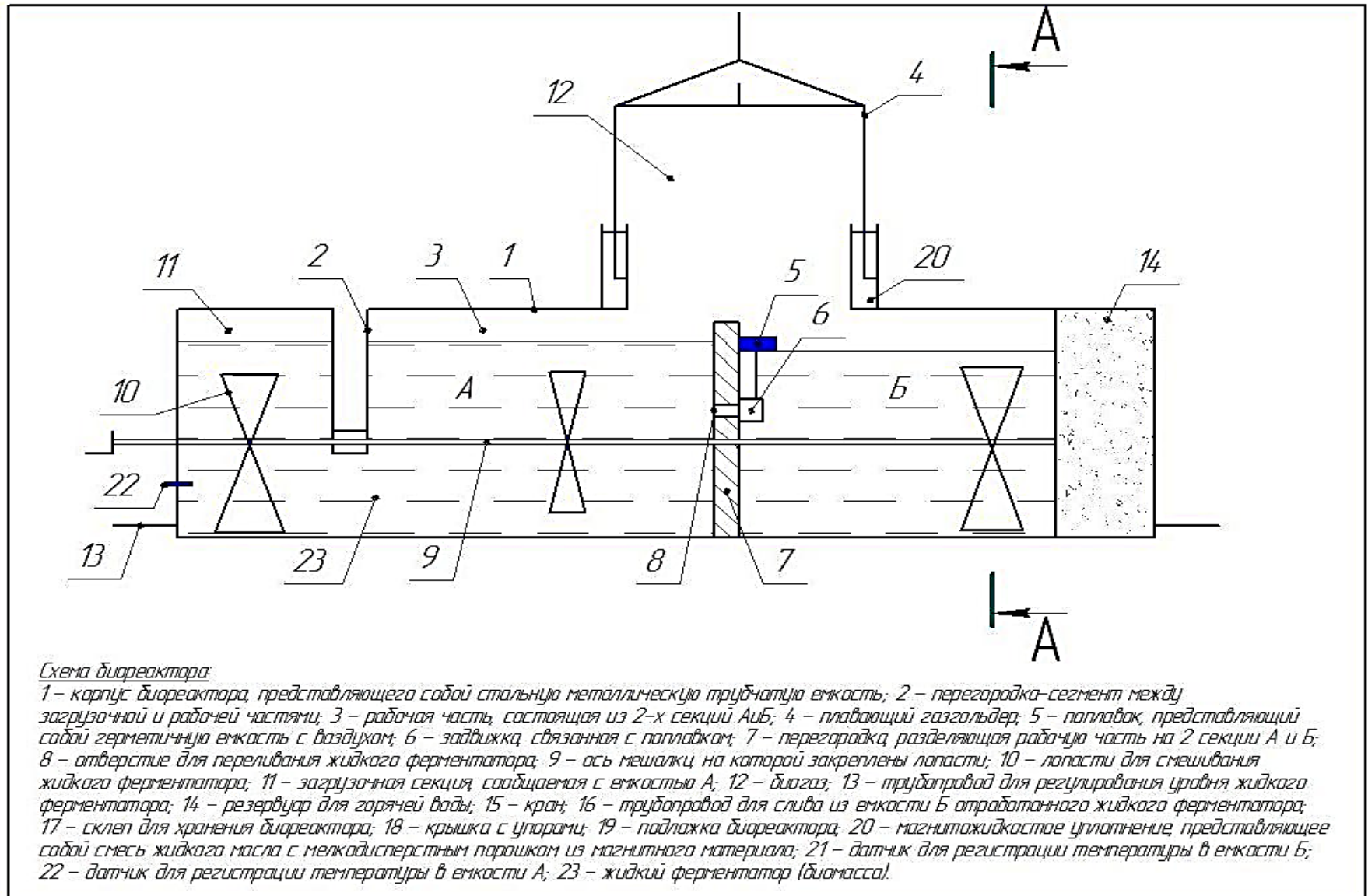
смесь магнитной жидкости остается на стенках стального корпуса и не пропускает биогаз [70] (рисунок 23).

С помощью разделения рабочей секции на две части с автоматическим открытием и закрыванием отверстия делает конструкцию намного проще. В процессе работы реактора происходит работа в двух температурных режимах. Мезофильные и термофильные бактерии работают одновременно для образования биогаза. Все это позволяет увеличить производительность реактора. Внутри рабочей части, подключенной к газгольдеру, установлена горизонтальная мешалка, смещенная от центра емкости. Осажденный осадок при открытии задвижки самотеком попадает в резервуар метантенка, где предварительно смешиваются с измельченными органическими отходами. Отличительной особенностью является, что брожение осадка происходит сразу в 2х режимах мезофильном и термофильном одновременно.

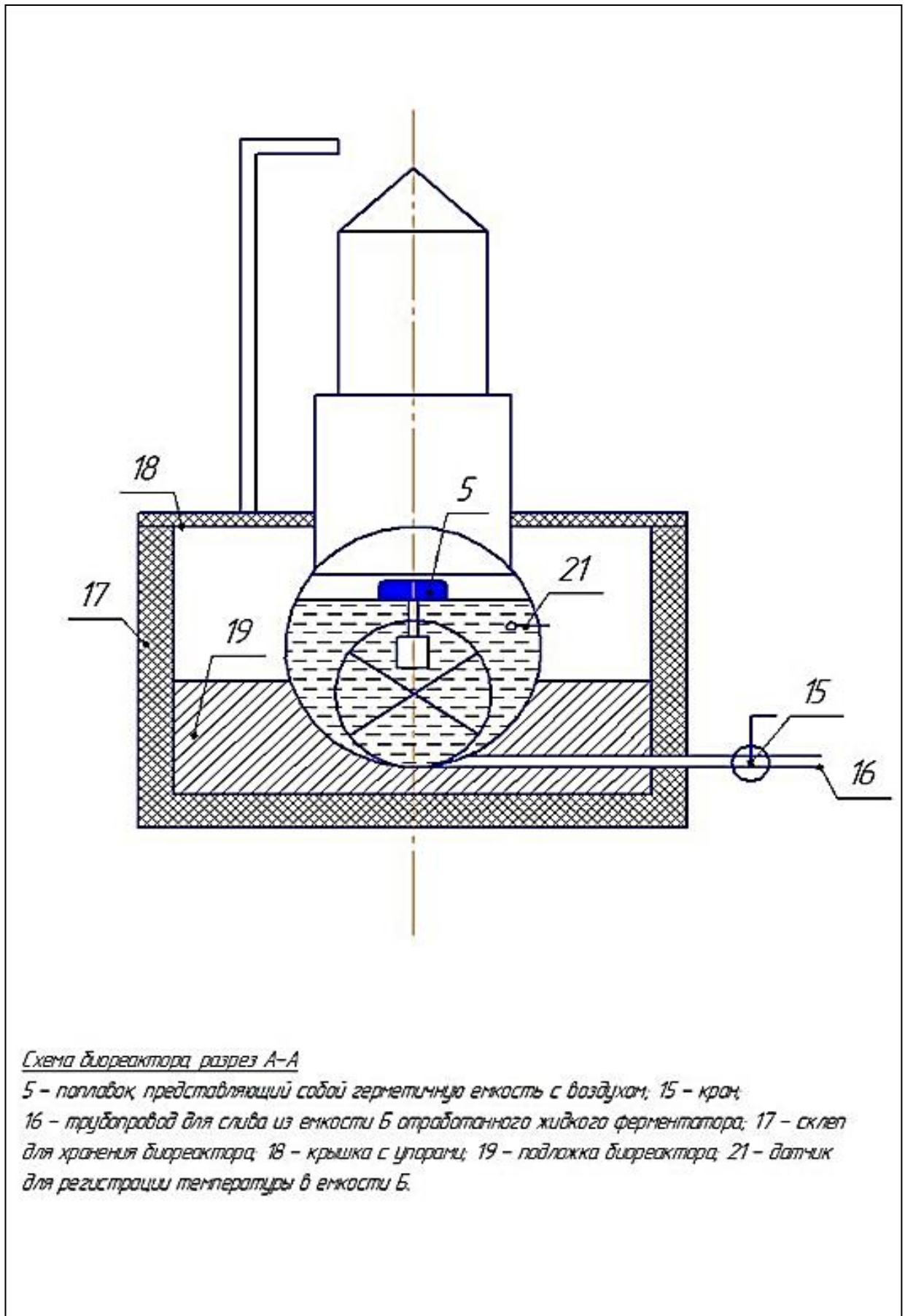
Биореактор содержит корпус в виде стальной трубчатой емкости, разделенной на три части: загрузочную, рабочую и выгрузочную с перегородками-сегментами, не достигающими до дна емкости. Осажденный осадок при открытии задвижки самотеком попадает в резервуар метантенка, где предварительно смешиваются с измельченными органическими отходами производства. Внутри рабочей части, подключенной к газгольдеру, установлена горизонтальная мешалка, смещенная от центра емкости.

В метантенке происходит анаэробное сбраживание осадка, выделяется биогаз поступающий в газгольдер, из него он поступает в фильтр очищается от сероводорода при помощи компрессора сжимается. В мини ТЭЦ газ перерабатывается в энергию, которая обеспечивает работу метантенка и скимера. Отработанный шлам представляет после предварительной обработке высококачественное удобрение (рисунок 24).

Отличительной особенностью является, что брожение осадка происходит сразу в 2х режимах мезофильном и термофильном одновременно



**Рисунок 23 – Конструкция биореактора**



**Рисунок 24 – Схема биореактора, разрез А – А**

### 3.5 Биологическая очистка стоков с помощью биофильтра

Биологическая очистка стоков заключается в образовании биопленки на сорбенте фильтра, она имеет вид нарастания биомассы корпулентность, которой составляет 0,9 – 2,9 мм. В состав пленки входят анаэробные и аэробные бактерии, грибы, дрожжи и другие колоний различных микроорганизмов. Конечно численность микроорганизмов в пленке выше, чем в иле, при небольших объемах очистки стоков биофильтры занимают ведущую место. Они широко используются для очистки стоков бытового и производственного характера при объеме до 30000 м<sup>3</sup>/сутки.

Биологический фильтр — это резервуар различной формы, с сорбентом, где образуется биопленка, через которую протекают стоки [95]. Главную роль в очистке играет постоянная вентиляция воздуха. Для колоний различных микроорганизмов это очень важно, это возможно сделать с помощью сжатого воздуха или за счет разницы в температурах между сточными водами и воздухом.

Стоки протекают через слои загрузочного материала покрытые биологической пленкой и очищаются. "Омертвевшая" пленка открепляется от загрузки и вымывается с водой из фильтра [74]. Органические вещества сорбируются на пленке. Окисляются, колониями микроорганизмов, а так же используются для увеличения своей колонии. Кислород необходим для работы фильтра он может поступать либо естественным путем, либо с помощью искусственной вентиляции [62].

Материалами для загрузки фильтра может быть различными: полимеры, неорганические зернистые материалы, пластмассы и т. д. Они имеют пористую поверхность, что позволяет фильтру эффективно работать [56]. Для эффективной работы фильтра необходимо равномерно распределять сток по всей поверхности через специальные распределительные устройства неподвижного или подвижного типа.

Биофильтры имеют простую технологическую схему, просты в обслуживании и не требуют большого вложения денежных средств [2].

### 3.5.1 Биоценоз биопленки и биообрастания

В каждом биофилтре создаются, своя колония различных микроорганизмов у каждого фильтра есть свой собственный биоценоз. В ее состав входят бактерии рода *Nitrobacter*, *Nitrosospira*, *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Nitrococcus*, *Nitrosomonas*. Также в ней присутствуют простейшие, членистоногие актиномицеты, грибы, вирусы, простейшие, водоросли, членистоногие и другие микроорганизмы (рисунок 25) на твердой поверхности. Бактерии образуют свою колонию на сорбенте, главное, что бы поверхность имела шероховатость, имелось много пор и отверстий.

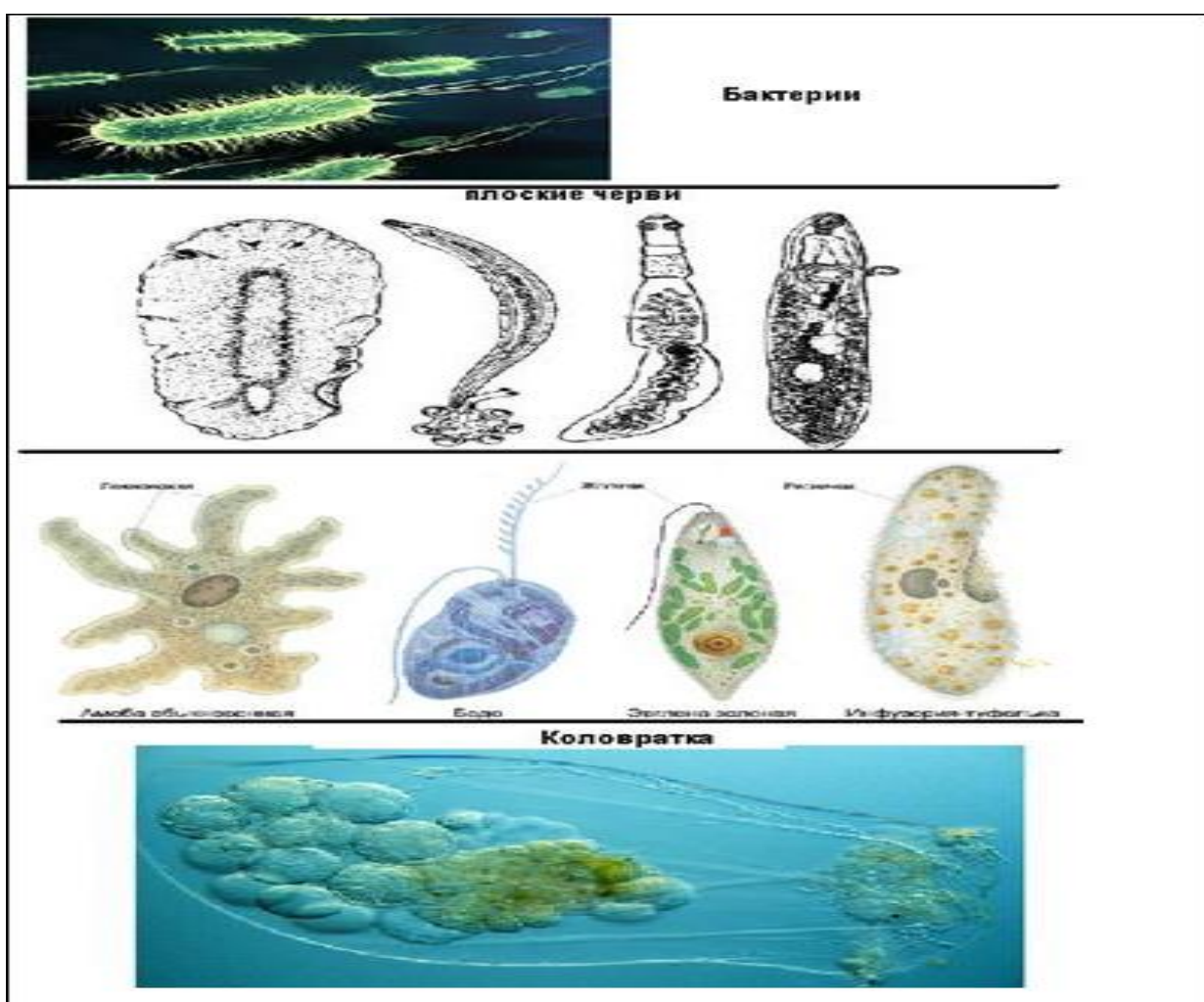
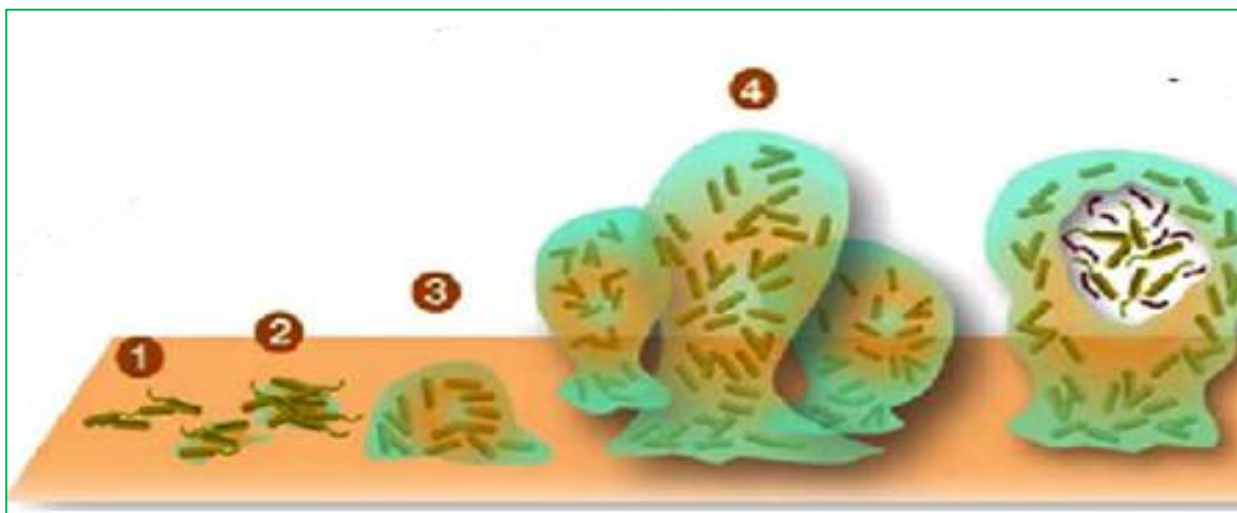


Рисунок 25 — Биоценоз биопленки

Образование первой колонии формируется очень медленно, на втором этапе, когда биологические процессы занимают ведущую роль. Рост биопленки ускоряется. Вне клетки образуются полимеры с хорошей



способностью прикрепления. Увеличивается площадь биообрастания. К прикрепленным клеткам притягиваются и прикрепляются следующие клетки, так образуется колонизация поверхности (рисунок 26). Биоценоз пленки представляет собой сложную многоярусную структуру.



**Рисунок 26 — Цикл роста биопленки**

В синтезе пленки входят внеклеточные полимеры, они состоят из белков, полисахаридов, полиуроновых кислот. Биологическую пленку можно сравнить с пористым полимерным гелем, состоящим до 80% из органического вещества [2]. Внеклеточные полимеры способны сортировать до 60% ароматических углеводов и 25% тяжелых металлов. Толщина пленки зависит от состава стоков, скорости подачи воды и от самого биоценоза. Принцип работы заключается в том, что колоний различных микроорганизмов извлекают из стоков питательные вещества и используют их для своей жизнедеятельности. Во время очистки контакт жидкости с пленкой происходит на поверхностном слое. Морфологический состав имеет сложную структуру в нем имеются каверны, поры, каналы, пустоты, агрегированными в кластеры и слои [64]. На верхних слоях пленки активно протекают процессы окисления загрязняющих веществ. На внутренних слоях, которые ближе к загрузке развиваются процессы анаэробного характера. Свойства биологической пленки меняются по мере протекания и очистки жидкости. В верхних слоях питательных веществ больше, чем в нижних. Здесь

активно протекает процесс аммонификации, активно идет рост пленки, но также наблюдается нехватка кислорода. В полисапробной зоне (верхний слой) характеризуется большим количеством бактерий, развиваются бесцветные жгутиковые, грибы. Хорошо развиваются зооглееобразующие бактерии такие как *Zramigera*, нитчатые бактерии *Snatans*, преобладают бактерии рода *Fusarium*, *Ascoidea*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Sepedonium*. Колоний различных микроорганизмов достигают до 35 видов. Соотношение веществ меняется по мере прохождения стоков через фильтр, количество грибов и бактерий уменьшается, развивается процесс нитрификации. В нижней части фильтра содержится большое содержание кислорода, а содержание загрязнений низкое, там скапливаются организмы поедающие оторвавшуюся биопленку. В мезосапробной зоне распространены жгутиковые, инфузории, грибы, виды сине – зеленых и зеленых водорослей и коловратки. *Geotrichum* – в глубине.

Основными являются брюхожесничные инфузории и сувойки. Для образования собственного биоценоза очистных необходимо пропускать стоки бытового происхождения. Только когда образуется «хорошая» биологическая пленка, процесс образование составляет примерно два месяца, постепенно необходимо добавлять промышленные стоки. Чтобы не образовывалось заиливание фильтра и образование застойных зон через двое суток необходимо остановить подачу стоков и перемешать слои фильтра. На биопленке в освещенных местах развиваются цианобактерии и водоросли семейства *Chlorophyceae*, *Volvox aureus*. Водоросли устойчивы к воздействию активной среды, успешно усваивают источники углерода и азота. В процессе фотосинтеза они полностью обеспечивают бактерии кислородом. В отличие от других колоний различных микроорганизмов водоросли удаляют ионы фосфора. В итоге вода поступает в тело биофильтра, где и происходит очистка. Бактерии, находящиеся на активной пленке, получают с водой питательные вещества. В процессе поедания органики, бактерии размножаются. В результате разросшаяся колония микроорганизмов очищает сточные воды от всей органики.



### 3.5.2 Конструкция биофильтра

За основу конструкции взят сорбционный фильтр серии Argel S второй группы. Конструкция биофильтра представляет компактное устройство.

Сорбционный фильтр выполнен согласно ТУ 4859 – 011 – 98116734 – 2014. Он предназначен для очистки стоков от аммонийного азота, тяжёлых металлов, трёхвалентного железа, радионуклидов и не эмульгированных нефтепродуктов, растворённых нефтепродуктов, органических красителей, СПАВ.

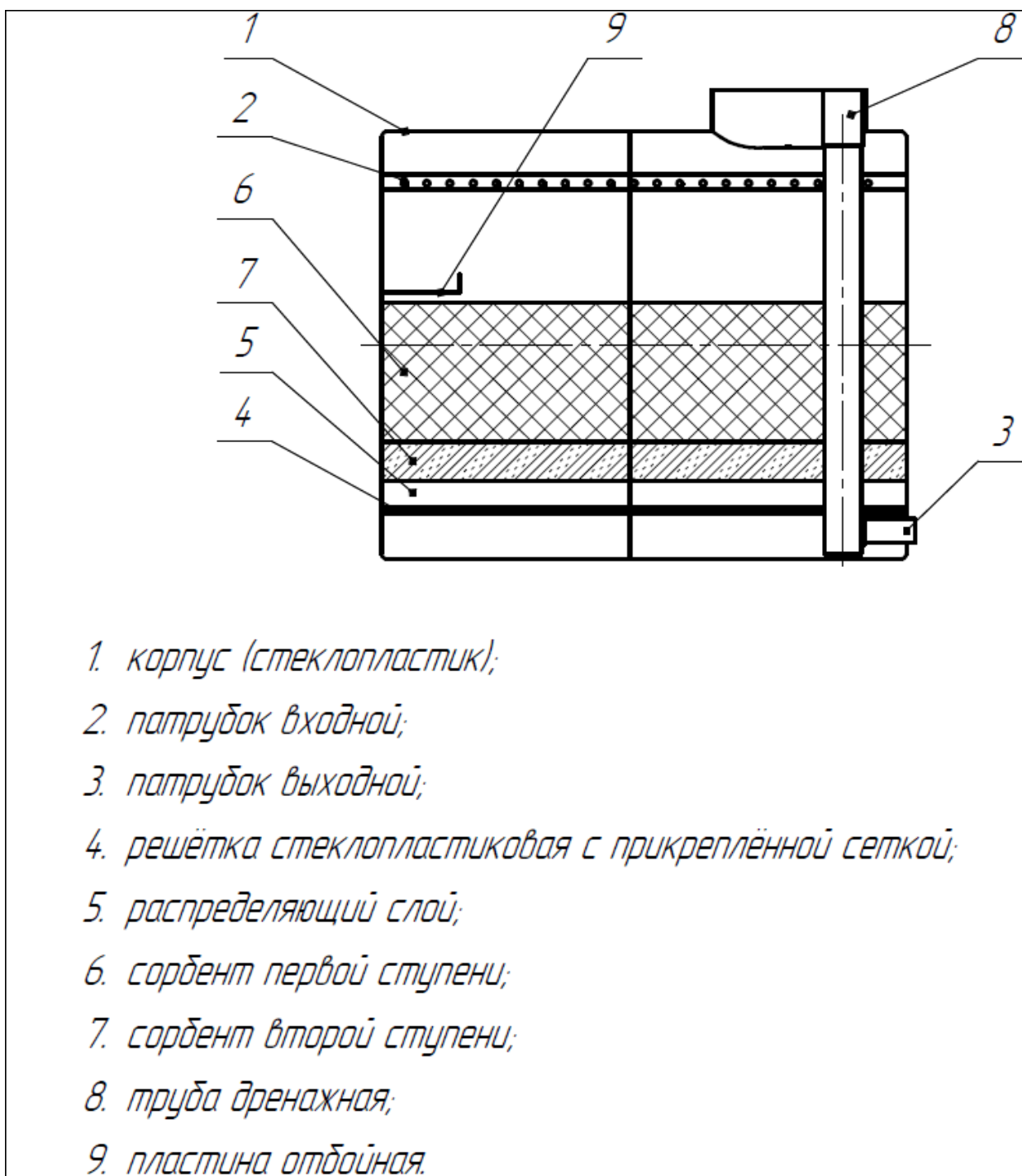
В него входит емкость со специальной загрузкой фильтра – сорбентом. Очистка стоков происходит при помощи колоний различных микроорганизмов, находящихся в биофильтре в виде активной пленки [15].

В состав фильтра входит:

- емкость– накопитель;
- загруженный фильтрующий материал;
- разделительные камеры;
- устройство для распределения сточных вод по телу фильтра;
- система дренажа;
- аэратор – воздухораспределительная система.

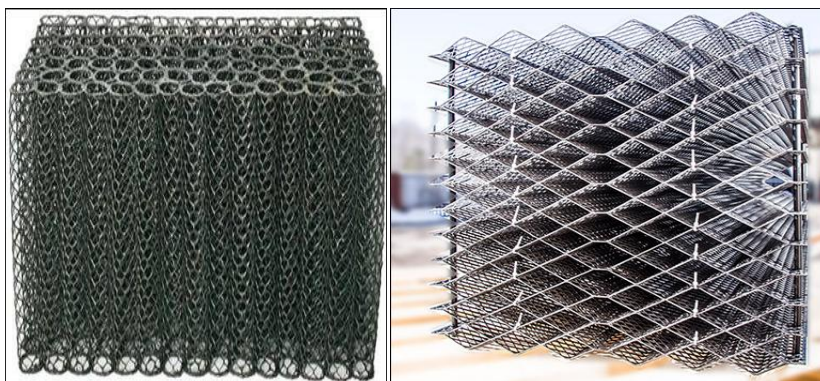
Работа биофильтра похожа на принцип работы в аэротенке. После прохождения стоков через камеру предварительного осаждения. Вода, самотеком проходя распределительное устройства, попадает в тело биофильтра. Стоки заполняют загрузку фильтра, и стоки подвергаются аэробному окислению. Первые две три недели на загрузки формируется биопленка из бактерий, микроорганизмов и грибов. Чтобы не повредить пленку, стоки должны иметь неагрессивных характер. Они должны состоять из бытовых стоков. Для более быстрого роста пленки можно применить специальные ферментные добавки. Органические соединения, находящиеся в стоках являются питательной средой для микроорганизмов. Одну из главных ролей в развитии биологической пленки является кислород. В любом биологическом фильтре необходимо продумать поступление воздуха в

систему. В основном это система естественной вентиляции или искусственной вентиляции с помощью подачи сжатого воздуха через систему воздухораспределительную. Биофильтр представляет собой ёмкость, разделённую внутри стеклопластиковой решёткой с вертикальной загрузкой (рисунок 27).



**Рисунок 27– Устройство биофильтра**

Биофильтр представляет собой стеклопластиковую ёмкость, разделённую решётчатым настилом на 2 отсека. Корпус фильтра, состоит из разделительной решётки. Отбойная пластина выполнена из стеклопластика. К разделительной решётке крепится сетка из нержавеющей стали. На первой ступени биофильтра используется блок биологической загрузки (ББЗ) (рисунок 28).



**Рисунок 28 – Загрузка фильтра биологической загрузки (ББЗ)**

В качестве загрузки, на которой будет формироваться биомасса, применяется блок биологической загрузки. Эффективность очистки стоков увеличивается до 4 раз, также снижаются эксплуатационные расходы [4]. С помощью блоков эффективность очистки вод увеличивается в 4 раза, что в свою очередь значительно снижает эксплуатационные расходы [4].

Основные преимущества ББЗ:

- 1 Благодаря большой пористости материала обеспечивается хороший доступ кислорода к пленке;
- 2 Блок имеет прочную структуру, устойчив к ультрафиолетовым излучениям;
- 3 Биопленка само – регулируется (толщина и состав);
- 4 Выполнение из полиэтилена низкого давления, не выделяет токсические вещества в атмосферу;
- 5 Само восстанавливается, при больших химических нагрузках микроорганизмы быстро восстанавливаются;
- 6 Имеет хорошую стойкость, как к химическим, так и к биологическим;

7 Самоочищается, при образовании большой толщины пленки микроорганизмы само удаляются с загрузки и осаждаются в отстойнике;

8 Функциональны, подбор формы под любые очистные сооружения.

Блоки загрузки обеспечивают: осаждение взвешенных частиц, скорость осаждения которых меньше равнодействующей вертикальной скорости осаждения частицы под действием силы тяжести и скорости горизонтального движения воды вдоль отстойника; очистку сточных вод, как частичную, так и полную; интенсификацию процессов нитро – денитрификации.

Основные характеристики:

— Блок биологической загрузки выполняется из материала устойчивого к воздействию биологических факторов и различных климатических условий.

— Блок обладает высокой прочностью. По экспериментальным характеристиками, он способен выдерживать статически распределенную нагрузку до 1600 кг/м<sup>2</sup> без деформаций это позволяет производить их очистку без разрушений.

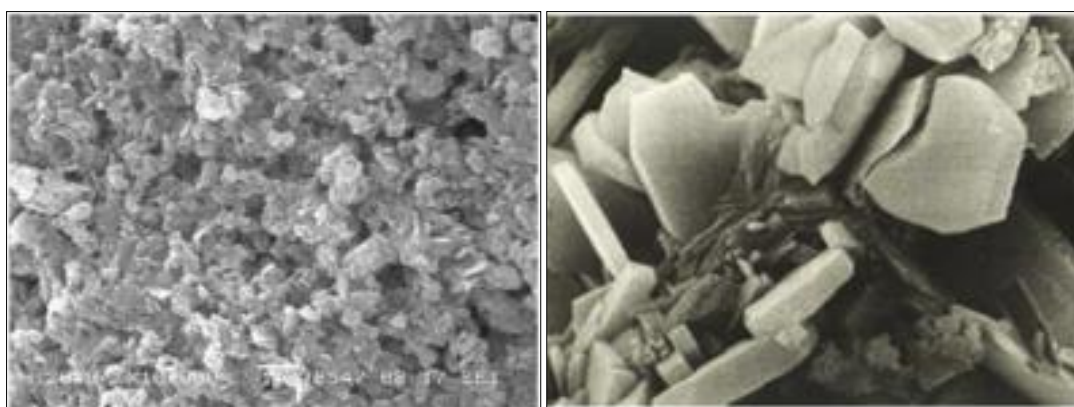
— Блок биологической загрузки прост в монтаже, структура блока позволяет равномерно распределять воздух по всей конструкции.

На второй ступени биофильтра над распределительным слоем выполняется слой сорбента второй ступени. Высота слоя составляет 100 см. В качестве сорбента второй ступени применяется природный цеолит Сокирнит ТУ 2163 – 004 – 61604634 – 2013 фракции 4 – 6 мм (таблица 19).

**Таблица 19 – Технологические параметры фильтра Argel S**

Производительность	л/с	1	2	3	5	10	15	20	30	40	50	60
	м <sup>3</sup> /ч	3,6	7,2	10	18	36	54	72	108	144	180	316
Рабочий объём,	м <sup>3</sup>	1,9	1,9	1,9	5,3	10	18	26	35	41	46	50
Сорбент первой ступени Сокирнит ТУ 2163-004-61604634-2013 фракция 4-6 мм	м <sup>3</sup>	1,13		3,14	6,12	10,25	14,44	18,56	21,71	24,06	26,07	
	кг	130		3140	6120	10250	14440	18560	21710	24060	26070	

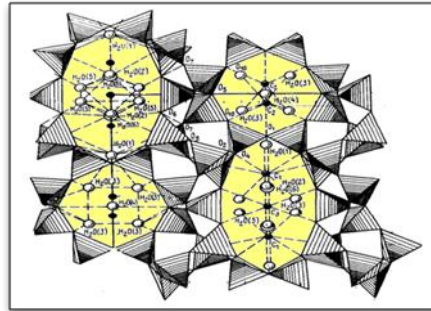
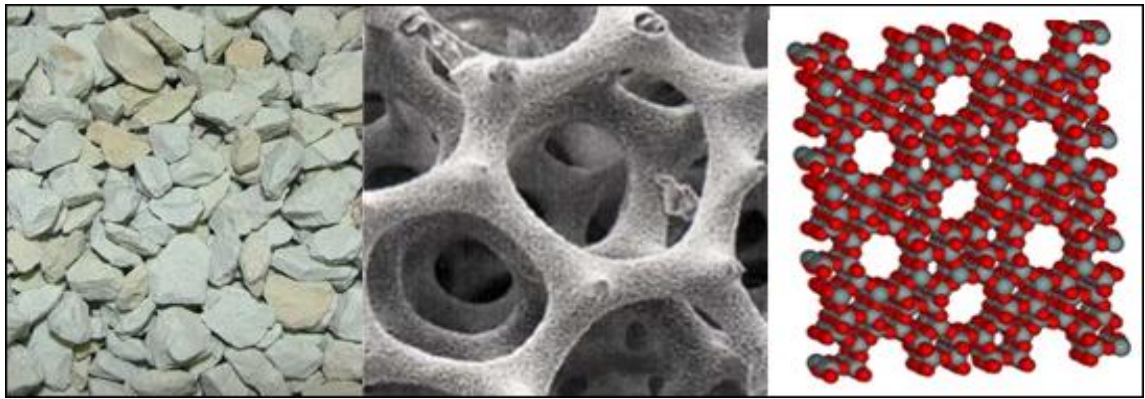
Недорогим и эффективным сорбентом ионообменником является сокирнит — природный цеолит. Цеолит (кипящий камень) – это уникальный минерал, относящийся алюмосиликатным минералам. Это обусловлено его строением, он имеет особенную кристаллическую решетку, которая позволяет ему обладать высокой ионообменной ёмкостью до 200 мг.экв на 100грамм. Благодаря своим молекулярно – ситовыми и каталитическими особенностям. Цеолит выходит на первое место в решении очистки стоков. Обладая высокой селективностью к катионам, решается проблема очистки от тяжёлых металлов и радионуклидов. Так же цеолиты способны сорбировать молекулы разных веществ, твердые вещества, поглощать газы. Хорошая адсорбции связана со строением минерала кавернозной структуры минерала (рисунок 29) показывает наличие в его структуре входных «окон», пор и каналов. Он имеет огромную внутреннюю поверхность.



**Рисунок 29 – Фото поверхности цеолита с увеличением в 10 раз**

Особенностью строения является микро шероховатости поверхности, наличие большого количества пор и каналов, окон. Каркасное строение структур состоящих из тетраэдров образующих вершинами восьмичленные кольца, создают, каналы в структуре цеолита. Внутри каналов располагаются молекулы воды, а так же катионы щелочных и щелочноземельных металлов кальция, натрия, калия. (рисунок 30)





**Рисунок 30 – Строение сокернита**

Зернение верхней поверхности сокернита составляет 0,8 – 1,2 мм, а площадь поверхности равна  $18 \text{ м}^2/\text{дм}^3$ . Площадь поверхности доступная для адгезии коллоидных частиц составляет  $1,5 \text{ м}^2/\text{дм}^3$  это в 12 раз больше чем у поверхности зёрен кварцевого песка. Одним из плюсов природных цеолитов относится способность их к регенерации, возможность применение несколько раз.

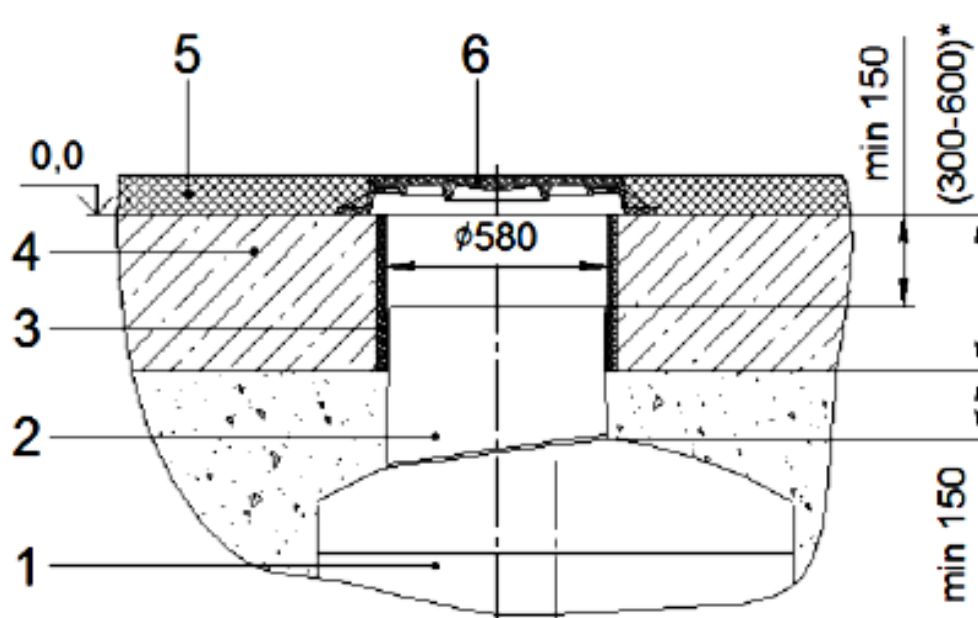
Это доступный и недорогой материал, который позволяет снизить стоимость оборудования и уменьшить занимаемую площадь при использовании его в качестве фильтрующего материала за счет высоких скоростей потока в рабочем режиме. Он обладает повышенной Грязи емкостью, что даёт большую продолжительность фильтр цикла и, соответственно, снижает расход воды на собственные нужды. Преимущества:

- ✓ Узкий фракционный состав, способен удалять частицы размером 5 – 10 мкм;
- ✓ Низкие потери давления по сравнению с большинством других фильтрующих загрузок;
- ✓ Низкая скорость потока воды при обратной промывке;

- ✓ Высокая скорость потока в рабочем режиме при использовании как фильтра;
- ✓ Задерживает аммоний без значительного изменения исходного химического состава воды;
- ✓ Эффективно сорбирует соединения алюминия;
- ✓ Имеет большую продолжительность фильтр цикла.

Проходя через загрузку нисходящим потоком, жидкость, освобождаясь от загрязняющих веществ в виде стойких эмульсий.

Далее, через решётчатый настил, жидкость поступает в нижний отсек, откуда самотёком поднимается по дренажной трубе до выходного патрубка и покидает фильтр. Входной и выходной патрубки изготовлены из не пластифицированного поливинилхлорида (НПВХ). Дренажная труба выполнена из НПВХ или из стеклопластика. Фильтр изготавливается для подземного размещения для монтажа под стеклопластиковый люк (рисунок 31).



**Рисунок 31 – Технический колодец под газон**

1 – колодец, 2 – переходник, 3 – кольцо опалубочное, 4 – разгрузочная плита, 5 – дорога, 6 – люк

Этапы очистки в биофилтре:

1 После предварительной очистке стоков от взвешенных частиц и нефтепродуктов стоки самотеком попадают через водораспределительное устройство, который обеспечивает равномерное распределение на поверхности загрузки. Воздух подается через компрессор снизу вверх.

2 Далее стоки попадают на блок биологической загрузки, где происходит первый этап очистки. Под блоком находится распределительный слой, который удерживает загрузку.

3 Далее вода поступает на второй слой загрузки с высотой загрузки 0,5м. Загрузкой является цеолит сокирнит согласно ТУ 2163 – 004 – 61604634 – 2013.

4 Очищенная вода собирается по дренажной трубе и по выходному патрубку покидает биологический фильтр дренажное отверстие [ 4].



## ВЫВОДЫ

В ходе исследования решены следующие задачи и получены следующие результаты:

1 Разработана методология технологического моделирования процессов обработки сточных вод в комбинированных механических и биологических системах предприятий машиностроительной отрасли. Проведен комплекс исследований процессов очистки сточных вод многокомпонентного состава, в результате чего сделан анализ существующих очистных сооружений. Даны рекомендации по выбору оптимальных конструктивных решений.

2 Проведен подробный анализ химического состава сточных вод предприятия в течение 6 лет. Выявлены источники загрязнения. Изучены отходы предприятия, рассмотрена возможность повторного использования вторсырья. Проведенный химический анализ сточных вод ООО «Тольяттинский Трансформатор» показал, что состав и загрязненность сточных вод достаточна велика. Основными загрязняющими веществами являются взвешенные вещества, органические соединения, нефтепродукты и тяжелые металлы. Также из анализа видно, что состав вод постоянно меняется.

3 Разработан проект комплексной технологии обработки сточных вод ООО «Тольяттинский Трансформатор». Спроектирована технологическая схема комбинированной переработки стоков целесообразная для предприятия. По результатам работы выданы рекомендации для предприятия, которые могут быть использованы при строительстве очистных сооружений. Суть проекта заключается в разделении состава стока с помощью камеры предварительного осаждения и дальнейшей переработки. Нефтепродукты удаляются из стока механическим способом с помощью скиммера. Скиммер хорошо себя зарекомендовал на таких предприятиях как ОАО «ЛУКОЙЛ», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «ТНК –

ВР», ОАО «АНК «Башнефть», ОАО «Газпром нефть», ОАО «Транснефть», ООО «Пепсико Холдинг – с», ЗАО «Лигgett – Дукаг», ООО «Соллерс – Елабуга» и многие другие крупные компании. Осветленная вода очищается с помощью биофилтра снабженного двумя биоагглюгантами, что позволит очистить воду от органических веществ и тяжелых металлов. Впервые предложена система очистки осадка сточных в комплексе с органическими отходами производства, что позволит не только избавляться от отходов, но и экономить деньги на транспортировке и утилизации отходов.

4 Предложена и рекомендована для внедрения принципиальная новая технологическая схема очистки сточных вод машиностроительного производства, что позволит получить экологический – экономический эффект для окружающей природной среды от предотвращенного ущерба и получить дополнительную прибыль от переработки вторичных продуктов.

В итоге при реализации проекта.

При внедрении перспективных способов очистки отходов предприятия с рециркуляцией потоков, создание замкнутых систем водоснабжения, при которых сточные воды очищаются на локальных очистных сооружениях и используются в системах оборотного водоснабжения. Доля возвращаемой воды в производство может составлять от 5 до 100%.

Снижаются затраты на возмещение экологического ущерба за счет: уменьшения объема сбросов загрязнений и их воздействия на окружающую среду. Минимизация платежей и штрафов на 1 153 825,09 рублей в год. Уменьшения риска привлечения к ответственности; уменьшения санкций за превышение лимитов на сбросы со стороны предприятия-монополиста, владеющего очистными сооружениями. Уменьшение объемов перерабатываемых отходов при их отдельной переработке (70 тонн отходов органического характера, 120-150 тонн отходов масла образующегося на предприятии); предотвращения возникновения острых экологических проблем.

Вторичное использование нефтепродуктов для смазки оборудования

или их продажа. Позволит получить дополнительный доход. Цена отработанного масла продается в ООО «Фосфохим», 1 тонна масла стоит 4950 руб. В 2016 г. стоимость отработанного масла выросла на 46,3%.

После переработки органических отходов предприятия и осадка сточных вод, при использовании метантенка. Позволит не только избавляется от отходов, но и получать экологически чистое топливо и энергию, которое используется на предприятии для подогрева конструкции и помещения, работы скиммера, освещения. При использовании метантенка образуется вторичный продукт органического происхождения осадок (шлам). После предварительной обработки, компостирования из него получается высококачественное удобрение, богатое азотом и фосфором. На предприятии его можно использовать для озеленения территории или продавать в виде удобрения. Что позволит приносить предприятию прибыль 30-50%.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. [http://www.dissercat.com/content/obezvrezhivanie\\_proizvodstvennykh\\_stochnykh\\_vod\\_ochistkoi\\_ot\\_nefteproduktov\\_i\\_tyazhelykh\\_met#ixzz4TTwm3ZdR](http://www.dissercat.com/content/obezvrezhivanie_proizvodstvennykh_stochnykh_vod_ochistkoi_ot_nefteproduktov_i_tyazhelykh_met#ixzz4TTwm3ZdR)
2. [http://studme.org/1250012227777/tovarovedenie/biologicheskaya\\_ochistka\\_stochnykh\\_vod\\_iskusstvenno\\_sozdannykh\\_usloviyah](http://studme.org/1250012227777/tovarovedenie/biologicheskaya_ochistka_stochnykh_vod_iskusstvenno_sozdannykh_usloviyah)
3. <http://www.live-ecology.ru/38.1.BIO-BIOREAKTOR.htm>
4. <http://acs-nnov.ru/bloki-bbz.html>
5. Анциферов, А. В. Повышение эффективности очистки сточных вод промышленных предприятий на биологических очистных сооружениях / Водочистка. 2013. № 3. 29 – 35с.
6. Ахобадзе, Г. Н. Методы очистки сточных вод от тяжелых металлов и нефтепродуктов / Экология производства. 2011. № 2. 45 – 52с.
7. Ацидификационный потенциал поступающей сточной воды и сырого осадка московских очистных сооружений / М. В. Кевбрина и др./Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 10. 68 – 70с.
8. Бабкин, В. Ф. Причины антропогенного воздействия на реки России и методы его сокращения / Охрана окружающей среды и природопользование. 2012. № 3. 26 – 30с.
9. Бегак, М. В. О применении наилучших доступных технологий к очистке сточных вод в Европейском Союзе / ЖКХ: журнал руководителя и главного бухгалтера. 2012. № 3, Ч. 1. 75 – 79с.
10. Белоконев, Е.Н. Водотведение и водоснабжение: учебное пособие / Ростов. Феникс. 2012. 379 с.:
11. Биофильтрация водного раствора хлорфенола через слой активного угля / О. В. Забнева / Химия и технология воды. 2013. Т. 35, № 1. 64 – 75с.
12. Бляшина, М. В. Использование анаэробно – аэробного биореактора для очистки сточных вод / Водочистка. 2013 № 4. 19 – 23с.

13. Бляшина, М. В. Использование анаэробно – аэробного биореактора для очистки сточных вод / Водочистка. 2013.№ 4. 19 – 23с.
14. Большаков, Н. Ю. Биологические методы очистки сточных вод от органических веществ и биогенных элементов / Н. Ю. Большаков / Экология производства.2013.№ 4. 64 – 69с.
15. Большаков, Н.Ю. Биологические методы очистки сточных вод от органических веществ и биогенных элементов /Экология производства. 2014. №5. 52 – 56 с.
16. Быков, В.А., Крылов, И.А., Манаков, М.Н. и др. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов. М.: Высшая школа, 1987. 142 с.
17. Василенко, Л.В., Никифоров, А.Ф., Лобухина, Т.В. 2009 г. Методы очистки промышленных сточных вод. 10 – 19 с.
18. Васильев, Б. В. Обработка и утилизация осадков сточных вод в Санкт – Петербурге / Вода и экология: проблемы и решения.2012. № 4.64 – 73с.
19. Веденеев, А.Г., Веденева, Т.А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. – Б. Типография «Евро», 1996 . 25 – 41с.
20. Виестур, У. Э., Шмите, И. А., Жилевич, А. В. Биотехнология. М: Мир 2005. 25 с. Биотехнологические агенты, технология, аппаратура. Рига: Зинатне, 1987, 263 с.
21. Водный кодекс Российской Федерации от 3 июня 2006 г. № 74 / Собрание законодательства Российской Федерации(с изменениями на 28 ноября 2015 года) (редакция, действующая с 1 января 2016 года)№ 23.Ст. 2381.
22. Воробьева, Е. В. Физико – химические и технологические основы глубокой очистки природной воды и промышленных стоков от примесей нефтепродуктов и других органических соединений / Энергосбережение и водоподготовка. 2013.№ 1 (81). 2 – 6с.

23. Гаврилюк, М. И. Обеззараживание сточных вод /Экология производства. 2012. № 5.88 – 91с.
24. Галкин, С. М. Современная технология очистки хозяйственно – бытовых стоков Водоснабжение и санитарная техника: ВСТ . 2010. № 4. 123с.
25. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315 – 03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно – питьевого и культурно – бытового водопользования» /(утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 27 апреля 2003 г. N 78 (ред. от 28.09.2007)
26. Горбунов, А.В. Анаэробные дигесторы и альтернативная энергетика / Оборудование Разработки Технологии. 2009. № 10.12. 16 – 20 с.
27. ГОСТ Р 52808 – 2007Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Термины и определения.
28. ГОСТ Р 53790 – 2010. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам.
29. Горшков, М.А., Арменинов С.А., Тиханова Е.В. Очистка сточных вод с помощью мембранных биореакторов /Экология производства . 2014. №4.
30. Гюнтер, Л. Л., Гольдфарб Л.Л./Метантенки. М.: Стройиздат, 1991.
31. Давыдов, Ю. Ф. Экспериментальное изучение работы выпусков сточных вод / Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 4.51 – 57с.
32. Данилович, Д. А. Технологическое нормирование коммунального водоотведения на основе наилучших доступных технологий.Вода и экология: проблемы и решения. 2012.№ 4.3 – 25с.
33. Даценко, В. В. Очистка сточных вод в нефтепереработке. Экология производства. 2012. № 12.65 – 69с.

34. Домрачева, В.А. Адсорбционное извлечение ионов тяжелых металлов углеродными сорбентами в статических условиях. Цветные металлы 2013. № 1. 43 – 48с.
35. Домрачева, В. А. Использование углеродного сорбента АБЗ для очистки сточных вод от нефтепродуктов .Водоочистка. 2013. № 3. 22 – 28с.
36. Елинов, Н.П. Основы биотехнологии, СПб, Наука, 1995. 343с.
37. Журба, М.Г., Вдовин Ю.И., Говорова Ж.М. и др. Водозаборно – очистные сооружения и устройства /АСТ, Астрель 2003г. 20 – 500с.
38. Журкин, Н. Н. Усовершенствование механической очистки сточных вод: Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер: Лес. Экология. Природопользование. 2013. № 1 (17).92 – 97с.
39. Зарыкбаева, К. С., Степанова, О. А., Ермоленко, М. В., Золотов, А. Д. Определение энергетической эффективности метантенка биогазовой установки // Молодой ученый. 2014. №6. 161 – 164с.
40. Иванов, В. Г. Конструктивные решения модернизации существующих вторичных отстойников с применением тонкослойных модулей. Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 2/362 – 68с.
41. Исаева, А.В. Отходы как перспективный источник энергии /Экология производства. 2014. №10. 56 – 59 с.
42. Исаева, А.В. Удаление механических примесей /Экология производства 2014. №11. 2014. 59 – 60 с.
43. Исаченко, Ю. В. Использование промышленных скиммеров для очистки сточных вод и вод производственного оборотного цикла от нефтепродуктов / Нефтяное хозяйство. 2013. № 6.134 – 136с.
44. Кайгородова, Ю. А. Утилизация осадков сточных вод / Экология производства. 2012. № 11.65с.
45. Касаткин, А.В. Новые решения для сбора нефтепродуктов и жиров / Экология производства.2012. № 4.70 – 72с.

46. Катлинсков, А.В. Сазыкин, Ю.О. Биотехнология: учебное пособие для студентов высш. учеб.заведений 3 – е изд. /Издательский центр "Академия", 2008. 22 – 25с.
47. Катраева, И.В. Современные анаэробные аппараты для очистки концентрированных сточных вод / Водоочистка. 2013. № 3.10с.
48. Каширская, Т.А. Обратное водоснабжение в автотранспортном цехе / Экология производства. 2013.№ 3. 62 – 63с.
49. Келль, Л.С. Оптимизация процесса биологической дефосфотации / Экология производства.2012. № 1. 59 – 62с.
50. Ким,А.Н. Гидравлические испытания современных дренажных водоочистных зернистых фильтров / Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 1. 37 – 43с.
51. Козлов, М.Н. Исследования энергоэффективных технологий биологической очистки воды / Чистый город. 2013.№ 3 (63).21 – 28с.
52. Кокотов, В.Б. О правовых последствиях вступления в силу Федерального закона «О водоснабжении и водоотведении» / Охрана окружающей среды и природопользование.2012. № 3./14с.
53. Колпаков, М. В. Применение биомембранных технологий для очистки сточных вод предприятий химико – фармацевтической отрасли / Водоочистка.2013. № 4.37 – 46с.
54. Крылов, И. О. Использование природных шунгитовых сорбентов в системах очистки сточных вод: реферат 20 / Ресурсосберегающие технологии. ВИНТИ. 2011. № 6. 10 – 32с.
55. Кузнецов, А. Е., Градова Н. Б., Лушников С.2010/ Прикладная экобиотехнология: учебное пособие в том 1 34с.
56. Кунахович, А. А. Установка глубокой очистки сточных вод для северных регионов Экология производства.2012. № 8./ 70 – 73с.
57. Лапшев, Н. Н. Изучение функционирования рассеивающего выпуска в водотоке / Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 1.27 – 36с.



58. Ленский, В.А. Водоснабжение и канализация, изд. 4./ Москва: Высшая школа. 1969. / 432 с.
59. Луканин, А. В. Утилизация биогаза станций очистки сточных вод / Экологический вестник России. 2012. № 7.32 – 41с.
60. Марков, Н. Б. Современные сооружения биологической очистки сточных вод с применением энергоэффективной технологии МБР Air – Lift / Чистый город. 2013. № 2 (62). 37 – 47с.
61. Мельник, Е. А. Пути решения проблемы энергосбережения в системе канализования Санкт – Петербурга/ Водоснабжение и санитарная техника. 2012. № 12.45 – 51с.
62. Мерта, Е. Системы FINNCHAIN и FinnFlow – оригинальные решения для удаления песка и плавающих загрязнений / Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 1./ 56 – 61с.
63. Методика разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей, утверждена Приказом Министерства природных ресурсов РФ от 17.12.2007 г. № 333, зарегистрирована в Минюсте РФ 21.02.2008 г. № 11198.
64. Методические указания по определению расходов топлива, электроэнергии и воды на выработку теплоты отопительными котельными коммунальных теплоэнергетических предприятий/(Издание 4ое), Москва 2002.
65. Мишуков, Д.М. Петров, И.Б. Перспективы перехода на наилучшие доступные технологии //Экология производства . 2014. №9.
66. Мухин, В. А. Курьяновские очистные сооружения – стартовая площадка для новейших технологий / Водоснабжение и санитарная техника. 2011. № 3.44 – 49с.
67. Мухин, В. М. Применение активного угля, модифицированного гидроксидом калия, в очистке сточной воды на действующем предприятии / Сорбционные и хроматографические процессы. 2013. Т. 13, вып. 2./ 188 – 191с.

68. Мухин, В.М. Разработка технологии получения активного угля на основе антрацита и исследование его свойств / Сорбционные и хроматографические процессы. 2013. Т. 13, вып. 1. 83 – 90с.
69. Николаева, Л.А. Повышение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов / Известия вузов. Проблемы энергетики. 2011. № 3/4. 112 – 116с.
70. Ногих, В.Р. Мембранный биореактор в очистке сточных вод / Экология производства. 2012. № 10. / 52 – 55с.
71. Ножевникова, А. Что такое экобиотехнологии. / Новая газета .2013. [postnauka.ru/video/98](http://postnauka.ru/video/98) с.61.
72. О водоснабжении и водоотведении: закон Российской Федерации от 7 дек. 2011 г. № 416 – ФЗ (ред. от 23 июля 2013 г.) / Собрание законодательства Российской Федерации. 2011. № 50. Ст. 7358.
73. О федеральной целевой программе «Чистая вода» на 2011 – 2017 годы: постановление правительства Российской Федерации от 22 декабря 2010 г. № 1092 Собрание законодательства Российской Федерации. 2011. № 4.
74. Определение кинетических констант для процессов биохимической очистки сточных вод нефтеперерабатывающих заводов / С.В. Степанов / Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 2. 46 – 50с.
75. Опыт эксплуатации установок очистки бутан – бутиленовой фракции и сточных вод от соединений серы на Омском НПЗ с использованием гомогенного и гетерогенного катализаторов / Вильданов А.Ф. / Химия и технология топлив и масел. 2013. № 3. 13 – 16с.
76. ОСТ Р 53790 – 2010. Нетрадиционные технологии. Энергетика биоотходов. Общие технические требования к биогазовым установкам
77. Павлов, Д. В. Универсальная система очистки промышленных сточных вод / Водоочистка. 2013. № 1. 12 – 16с.
78. Панин, И.Н., Рузаев, В.И., Сухотерин, Л.Я., Калмыков, А.А. Оптимизация работы очистных сооружений канализации / Экология производства . 2013. № 5. 71 – 74 с.

79. Панова, И.М. Нойберт, И.М, Биологическая очистка по технологии SBR // Экология производства. 2014. №6.с.58 – 62.

80. Патент № 2427123 Российской Федерации. Биореактр, заявитель и патентообладатель Осетров, В.Г., Кузнецов, К. Ю., Дякин, С.И.,Суфияров, Р. Ф.,Бурлакова, Ф.М., Свалова, М.В., опубликованный 27.08.2011педагогический университет" заявл.02.10.2010г.; опубл. 10.10.2011г.

81. Патент № 2099294 Российская Федерация, МПК. C02F9/00Многоступенчатая обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод C02F1/32ультрафиолетовым светом. Способ глубокой очистки высококонцентрированных сточных вод и устройство для его осуществления/ Скворцов, Л.С., Варшавский, В.Я., Камруков, А.С., Селиверстов, А.Ф., Николадзе, Г.И.заявитель и патентообладатель Скворцов Лев Серафимович заявл.25.10.1996г.; опубл. 20.12.1997.

82. Патент № 2272392 Российская Федерация, МПК. A01C3/02хранилища для навоза, например цистерны для навозной жижи; устройства для перепревания навоза / Биоэнергетическая установка заявитель и патентообладатель Семенов, А.В. , заявл.09.01.2001г.; опубл. 27.03.2006г.

83. Патент № 2445275 Российская Федерация, МПК. C02F3/02аэробные способы, C02F3/34отличающаяся используемыми микроорганизмами. Способ интенсификации биологической очистки сточных вод /Шулаев, М.В., Фаттахов, С.Г., Хабибуллина, Л.И., Резник, В.С., Коновалов, А.И., Синяшин, О.Г. заявитель и патентообладатель Учреждение Российской академии наук Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова Казанского научного центра Российской академии наук, заявл.29.12.2009 г.; опубл. 20.03.2012.

84. Патент № 2480414 Российская Федерация, МПК. C02F1/00Обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод,C02F9/00Многоступенчатая обработка воды, промышленных или бытовых сточных вод, B01D61/00Способы разделения, использующие

полупроницаемые мембраны, например диализ, осмос, ультрафильтрация; устройства, вспомогательные принадлежности или операции Синохара Масайо, Кавамура Казусиге, Оги Сатоси, Косизука Хироми, Такабатаке Хироо, Уемура Тадахиро, Танигути Масахиде, заявитель и патентообладатель ТИЙОДА КОРПОРЕЙШН,ТОРЭЙ ИНДАСТРИЗ, ИНК., заявл.13.03.2009 г.; опубл. 27.04.2013г.

85. Прикладная экобиотехнология : учеб.пособие для вузов. В 2 т. Т. 1./ Гриф УМО. – М.: БИНОМ, 2010. 630 с.

86. Проект нормативов допустимых сбросов (НДС) загрязняющих веществ для ООО «Тольяттинский Трансформатор»2014., осуществляющего отведение сточных вод в централизованные системы водоотведения / ФГБОУ ВПО; Самара: СамГТУ Научно – аналитический центр промышленной экологии.

87. Проектирование сооружений для очистки сточных вод  
Справочное пособие / официальное издание, М.: Стройиздат, 1990.

88. Пугачев, Е.А. Эффективное использование воды в производственных промывочных процессах / Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 6.53 – 56с.

89. Розонов, П.П. Водоочистка с экономической выгодой //Экология производства . №8. 2014. 48 – 50с.

90. Ружицкая, О.А. Использование армированного загрузочного материала для интенсификации процессов очистки сточных вод от фосфатов и органических загрязнений / Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 6.

91. Сафонов, В.Д. Очистка поверхностных сточных вод /Экология производства.2013. № 3.60 – 61с.

92. Селин, В.В. К вопросу о разработке концепции использования биотоплива в энергобалансе Калининградской области / Электрика. 2006. № 8.

93. Серафимов, В.К. Тонкослойные модули 2H TUBEdek, конструкция и технические данные/ Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 2/3.88с.
94. Сергеев, В.В. Очистка сточных вод, отводимых с автомагистрали / Экология производства.2012. № 3.75 – 77с.
95. Сизых, М.Р. Локальная очистка сточных вод красильно – отделочных производств / Водоснабжение и санитарная техника. 2013. № 3, ч. 1.28 – 31с.
96. СНиП 2.04.02 – 84\* Водоснабжение. Наружные сети и сооружения (с Изменением N 1). /официальное издание, М.: ФГУП ЦПП, 2004.
97. СНиП 2.04.03 – 85 Канализация. Наружные сети и сооружения (с Изменением N 1) /официальное издание, Минстрой Р. – М.: ГУП ЦПП
98. СП 31.13330.2012. Свод правил. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 2.04.02 – 84\* (утв. Приказом Минрегиона России от 29.12.2011 N 635/14.
99. Тавастшерна,К.С. Комплексный подход к проектированию эффективных канализационных очистных сооружений / К.С. Тавастшерна / Вода и экология: проблемы и решения. 2012. № 1.10 – 26с.
100. Тарасова, Н.П. Очистка подземных вод от соединений / Экология промышленного производства. 2013.№ 1.29 – 32с.
101. Фазуллин, Д.Д. Маврин, Г.В. Очистка нефтесодержащих сточных вод // Экология производства. 2014. №1. 68 – 71 с.
102. Фомин, А. А. Анаэробная технология очистки сточных вод / Экология производства.2011.№ 4. 60 – 62с.
103. Фомин, А. А. Обработка сточных вод для повторного использования / Экология производства. 2012.№ 5. 76 – 77 с.
104. Ши – сянъ, В. В. Угольные адсорбенты для очистки сточных вод. Экология производства. 2012.№ 2. 66 – 69с.

105. Debnath, S., Ghosh, U. Nanostructured hydrous titanium(IV) oxide: Synthesis, characterization and Ni (II) adsorption behavior // *Chem. Eng. J.* – 2009
106. Gao, Z., Bandosz, T., Zhao, Z., Han, M. Investigation of factors affecting adsorption of transition metals on oxidized carbon nanotubes // *J. Hazard. Matter.*
107. Jiménez de Haro, M.C., Pérez – Rodríguez T J.L., Poyato, J. Effect of ultrasound on preparation of porous materials from vermiculite // *Applied Clay Science.* 2005. – V. 30. – P. 11 – 20.
108. Lee, S.Y., Cho, W.J., Hahn, P.S., Lee, Y.B. Microstructural changes of reference montmorillonites by cationic surfactants // *Applied Clay Science.* – 2005
109. Lukaszczyk, J., Lekawska, E., Lunkwitz, K., Petzold, G. Sorbents for Removal Surfactants from Aqueous Solutions. Surface Modification of Natural Solids to Enhance Sorption Ability // *J. Appl. Pol. Sci.* 2004. – № 2. – P. 1510 – 1515.
110. Rao, G., Lu, C., Su, F. Sorption of divalent metal ions from aqueous solution by carbon nanotubes: A Review // *Sep. Purif. Technol.* 2007. – V. 58.
111. Tyagi, B., Chudasama, C., Jasra, R. Characterization of surface acidity of an acid montmorillonite activated with hydrothermal, ultrasonic and microwave techniques // *Applied Clay Science.* 2006. – V. 31. – P. 16 – 28.
112. Unuabonah, E.I., Adebawale, K.O., Olu – Owolabi, B.I: Adsorption of Pb (II) and Cd (II) from aqueous solutions onto sodium tetraborate – modified Kaolinite clay: Equilibrium and thermodynamic studies // *Hydrometallurgy.* — 2008. – V. 93
113. Wan Ngah, W.S., Hanafiah, M.A. Removal of heavy metal ions from wastewater by chemically modified plant wastes as adsorbents: A Review // *Bioresource. Technol.* 2008. – V. 99. – P. 3935 – 3948.
114. Wingenfelder, U., Nowack, B., Furrer, G., Schulin, R. Adsorption of Pb and Cd by amine – modified zeolite // *Water Research.* — 2005. — V. 39.
115. Zhang, L., Huang, T., Zhang, M., Guo, X. Studies on the capability and behavior of adsorption of thallium on nano – Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> // *J. Hazard. Matter.* — 2008

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Балансовая таблица расчетного производственного водопотребления и водоотведения

