

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**  
20.03.01 Техносферная безопасность  
профиль «Инженерная защита окружающей среды»

**БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА**

на тему: **Разработка способа обезвреживания и переработки жидких отходов на примере ОАО «ЗПБО»**

Студент (ка)	М. А. Мочалкина	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)
Руководитель	В. В. Заболотских	
	(И.О. Фамилия)	(личная подпись)

Допустить к защите  
Зав. кафедрой  
«Рациональное  
природопользование  
и ресурсосбережение

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

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016г.

Тольятти 2016

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «РПиР»  
\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова  
(личная подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**ЗАДАНИЕ**  
**на бакалаврскую работу**

Студент: Мочалкина Мария Андреевна

1. Тема: Разработка способа обезвреживания и переработки жидких отходов на примере ОАО «ЗПБО»
2. Срок сдачи студентом законченной бакалаврской работы 10.06.2016
3. Исходные данные к бакалаврской работе: образования жидких стоков на ОАО «ЗПБО»
4. Содержание бакалаврской работы:
  - 1) Теоретический анализ проблемы загрязнения окружающей среды жидкими стоками
  - 2) Жидкие отходы ОАО «ЗПБО» и методы их переработки
  - 3) Разработка технологической схемы и решений обезвреживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО»

5. Дата выдачи задания 16.03.2016

Руководитель бакалаврской  
работы

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

В.В.Заболотских

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял  
к исполнению

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

М.А.Мочалкина

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

**ИНСТИТУТ ХИМИИ И ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**  
**Кафедра «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»**

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой «РПиР»  
\_\_\_\_\_ М.В.Кравцова  
(личная подпись) (И.О. Фамилия)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2016г.

**КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН**  
**бакалаврской работы**

Студентки: Мочалкиной Марии Андреевны

по теме: Разработка способа обезвреживания и переработки жидких отходов  
на примере ОАО «ЗПБО»

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
Введение	25.03.2016			
Теоретический анализ проблемы загрязнения окружающей среды жидкими стоками	30.03.2016			
Жидкие отходы ОАО «ЗПБО» и методы их переработки	05.04.2016			
Разработка технологической схемы и решений обезвреживания и переработки	15.04.2016			

жидких отходов ОАО «ЗПБО»				
Заключение	27.04.2016			

Руководитель бакалаврской  
работы

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

В.В.Заболотских

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

Задание принял  
к исполнению

\_\_\_\_\_  
(личная подпись)

М.А.Мочалкина

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ**

**Бакалаврскую работу выполнила:** М.А. Мочалкина

**Тема работы:** Разработка способа обезвреживания и переработки жидких отходов на примере ОАО «ЗПБО»

**Научный руководитель:** В. В. Заболотских

**Цель бакалаврской работы** – Снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе разработки ресурсосберегающих технологических решений обезвреживания и переработки жидких отходов мусороперерабатывающего предприятия и их вторичного использования.

В соответствии с намеченной целью были поставлены следующие задачи:

- 1) Провести теоретический анализ проблемы загрязнения окружающей среды жидкими отходами.
- 2) Проанализировать существующие методы и способы утилизации жидких отходов.
- 3) Провести анализ методов и технологий переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».
- 4) Разработать технологическую схему и технические решения обеззараживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».

Объектом исследования в бакалаврской работе является мусороперерабатывающее предприятие ОАО «ЗПБО».

Предметом исследования является разработка технических решений для обеззараживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».

Информационной базой при выполнении бакалаврской работы являлись учебники, рассматриваемые теоретические аспекты темы, техническая документация о цехах переработке ТКО, данные по работе локальных очистных сооружений, связанных с расчетами расхода воды, анализ качественных показателей отвода и очистки сточных вод на очистные сооружения ОАО «ЗПБО».

Краткие выводы по бакалаврской работе: в работе была проанализирована технологическая схема образования жидких отходов на ОАО «ЗПБО» и

методы их переработки; приоритетные загрязняющие вещества; выявлены негативные причины, нарушающие процесс очистки и предложены технические решения по повышению качества очистки и компостирования жидких отходов.

Бакалаврская работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка.

В введении обосновывается актуальность проводимого исследования, описывается цель, задачи исследования.

В первой главе изложены теоретические аспекты существующих методов и технологий обезвреживания и переработки жидких отходов мусороперерабатывающих предприятий и их воздействие на окружающую среду.

Во второй главе выполнен анализ образующихся жидких отходов ОАО «ЗПБО» и методы их обезвреживания на локальных очистных сооружениях.

В третьей главе предложены варианты модернизации системы очистки сточных вод и разработка систем биологической очистки и компостирования жидких отходов ОАО «ЗПБО».

Структура и объем работы. Работа состоит из введения, 3-х основных глав, в них 7 разделов, заключения, списка 66 использованных источников. Общий объем работы 68 страниц машинописного текста, в том числе таблиц – 8, рисунков – 5.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
ГЛАВА 1. ТЕОРИТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЖИДКИМИ ОТХОДАМИ	11
1.1 Проблема образования жидких отходов и их воздействие на окружающую среду на примере мусороперерабатывающих предприятий	11
1.2 Анализ существующих методов и технологий обезвреживания и переработки жидких отходов мусороперерабатывающих предприятий	22
ГЛАВА 2. ЖИДКИЕ ОТХОДЫ ОАО «ЗПБО» И МЕТОДЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ	35
2.1 Характеристика завода по переработке твердых бытовых отходов ОАО «ЗПБО»	35
2.2 Анализ образующихся жидких отходов ОАО «ЗПБО» и методов их обезвреживания и переработки	40
2.3 Анализ существующих локальных очистных сооружений на ОАО «ЗПБО», связанных с расчетами расхода воды, отвода и очистки сточных вод	42
ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И РЕШЕНИЙ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ОАО «ЗПБО»	52
3.1 Совершенствование локальных очистных систем ОАО «ЗПБО»	52
3.2 Разработка систем биологической очистки и компостирования жидких отходов ОАО «ЗПБО»	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	61
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	63



## ВВЕДЕНИЕ

Проблема утилизации отходов была актуальной во все времена, но, именно, сегодня она приобретает всё большую значимость в связи с накоплением и возрастающим негативным антропогенным воздействием отходов на окружающую среду. Повсеместная застройка территорий, появление новых промышленных предприятий и растущие потребности граждан оборачиваются скоплением всевозможных отходов, которые без должного контроля могут серьезно отравить окружающую среду и привести к экологическому кризису. В частности, российские предприятия ежегодно вырабатывают 3,5 миллиарда тонн отходов. Из них 2,6 миллиарда являются промышленными, 42 миллиона тонн - это твёрдые бытовые отходы, а 30 миллионов тонн представляют собой осадки очистных сооружений.

На современном этапе немногие промышленные предприятия становятся малоотходными, большинство справляются с отходами как могут, либо не справляются вовсе. Хотя, по имеющейся статистике, около трети из всех отходов уже перерабатывается. Чтобы далее эффективнее решать данную проблему, нужно принять во внимание особенности переработки разных видов отходов.

Отходы, образующиеся в процессе работы промышленных предприятий, подразделяются на твердые, жидкие и газообразные. Особое внимание требует решения проблема утилизации жидких отходов, которые зачастую имеют высокую степень токсичности и поэтому очень опасны для окружающей среды. Их гораздо сложнее извлекать из производственного цикла и транспортировать для очистки. Для переработки подобных отходов нужно строить специальные очистные сооружения или разрабатывать адекватные решения для их обезвреживания и вторичного использования.

Исходя из выше изложенного, в данной работе были поставлены следующие цель и задачи.

**Цель работы** - снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду на основе разработки ресурсосберегающих технологических решений обеззараживания и переработки жидких отходов мусороперерабатывающего предприятия и их вторичного использования.

**Задачи:**

1. Провести теоретический анализ проблемы загрязнения окружающей среды жидкими отходами.
2. Проанализировать существующие методы и способы утилизации жидких отходов.
3. Провести анализ методов и технологий переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».
4. Разработать технологическую схему и технические решения обеззараживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».

Объектом исследования в бакалаврской работе является мусороперерабатывающее предприятие ОАО «ЗПБО».

Предметом исследования является разработка технических решений для обеззараживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО».

# **ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЖИДКИМИ ОТХОДАМИ**

## **1.1 Проблема образования жидких отходов и их воздействие на окружающую среду на примере мусороперерабатывающих предприятий**

Отходы – вещества (или смеси веществ), непригодные для дальнейшего использования в рамках имеющихся технологий, или после бытового использования продукции. Это продукты, бесполезные или нежелательные в результате производственной и непроизводственной деятельности человека и подлежащие утилизации, переработке или захоронению [43].

К отходам производства относятся продукты, не целенаправленные, а образующие как побочные при создании конечного продукта. Для каждого производства характерен свой вид отходов.

Промышленные отходы – это вещества, образующиеся на различных стадиях технологических процессов и непригодны для дальнейшего использования в рамках технологий. Промышленные отходы опасны тем, что они оказывают негативное влияние на окружающую среду, а вторичное их использование на предприятиях невозможно в силу экономических или технологических причин. Все промышленные отходы согласно экологическим требованиям подлежат обязательной утилизации.

Жидкие отходы давно являются реальной проблемой для всего человечества. Они возникают в процессе жизнедеятельности человека и промышленного производства. То, насколько эффективно будет решаться проблема их очистки, имеет решающее значение в охране окружающей среды.

На данный момент существует следующая классификация жидких отходов. Классификация жидких отходов представлена в таблице 1.

**Таблица 1- Классификация жидких отходов**

<b>Вид отхода</b>	<b>Наименование</b>
Жидкие отходы	Отработанные масла
	Отходы нефти и нефтепроизводства
	Стоки хозяйственно-бытовых предприятий коммунальные сточные воды и производственные сточные воды
	Жидкие отходы лакокрасочных материалов и клеев
	радиоактивные растворимые отходы
	Гальванические электролиты и гальваношламы
	Осадки очистки сооружений биологической и физико-химической очистки сточных вод
	Отработки негалогенированных растворителей
	Жидкие стоки пищевых производств и неликвидные жидкие пищевые продукты
	Жидкие отходы медицинского производства
	Жидкие отходы животных и растительных жиров

Для мусороперерабатывающих предприятий характерны следующие виды отходов: стоки хозяйственно-бытовых предприятий коммунальные сточные воды и производственные сточные воды, осадки очистки сооружений биологической и физико-химической очистки сточных вод.

Как известно, отходы в зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду подразделяются на пять классов опасности. Отходы и их классификации представлены в таблице 2.

**Таблица 2- Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности**

<b>№ п/п</b>	<b>Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду</b>	<b>Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды</b>	<b>Класс опасности отхода для окружающей природной среды</b>
1	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I класс чрезвычайно опасные
2	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II класс высокоопасные
3	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III класс умеренно опасные
4	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV класс малоопасные
5	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена	V класс Практически неопасные

Жидкие промышленные отходы, как правило, являются трудноутилизуемыми и представляют серьезную угрозу окружающей среде ввиду высокой токсичности.

Сточные воды как один из видов жидких отходов представляют собой сложные гетерогенные системы загрязняющих веществ, которые находятся в растворенном, коллоидном и нерастворенном состоянии.

Производственные сточные воды в основном загрязнены отходами и выбросами производства. Количественный и качественный состав таких стоков разнообразен и зависит от отрасли промышленности, ее технологических процессов. Состав сточных вод представлены в таблице 3.

**Таблица 3- Состав сточных вод. Содержание веществ и воздействие их на сточные воды**

<b>№ п/п</b>	<b>Состав сточных вод</b>	<b>Содержание веществ в сточных водах</b>	<b>Воздействие веществ на сточные воды</b>
1	Неорганические примеси (в том числе токсические)	Кислоты, щелочи, ионы тяжелых металлов и др.	Изменяют физические свойства воды
2	Органические примеси	Нефтепродукты, аммиак, альдегиды, смолы, фенолы и другие вредные вещества	Окислительные процессы, вследствие которых уменьшается содержание в воде кислорода, ухудшаются органические показатели воды
3	Неорганические и органические загрязняющие примеси	Неорганические кислоты, ионы тяжелых металлов, ПАВ, масла, красители, смолы и другие вещества	Изменяют физические свойства и ухудшаются органические показатели воды

Сточные воды, образующиеся на предприятиях, отводимые с территории промышленных предприятий, можно разделить на три категории:

- производственные сточные воды (использованные в технологическом процессе производства);
- бытовые стоки (от санитарных узлов производственных и непромышленных корпусов и зданий, а также от душевых установок, имеющих на территории промышленных предприятий);
- атмосферные стоки (дождевые и образующиеся от таяния снега).

По степени агрессивности сточные воды разделяют на:

- слабоагрессивные (слабокислые, рН 6-6,5 и слабощелочные, рН 8-9);
- сильноагрессивные (сильнокислые, рН < 6 и сильнощелочные, рН > 9);
- неагрессивные (рН 6,5-8) [3].

Для формирования состава производственных сточных вод большое значение имеет вид перерабатываемого сырья.

Состав сточных вод зависит от технологического процесса, состава исходных компонентов, промежуточных продуктов, выпускаемых продуктов, состава исходной воды, местных условий и от других факторов.

Качественная характеристика производственных сточных вод важна для выбора метода их очистки, контроля эксплуатации очистных сооружений, а также для решения вопросов о возможности повторного использования стоков.

Избыточная концентрация некоторых из них может оказывать негативное влияние как на человека, так и на биологическую обстановку в природном водоеме. Поэтому при сбросе воды после технологического процесса необходимо извлекать из стоков загрязняющие вещества и добиваться установленной предельно допустимой концентрации (ПДК) в сточных водах.

Все химические соединения, присутствующие в воде, можно разделить на органические и неорганические. Типы загрязнения и методы очистки сточных вод представлены в таблице 4.

**Таблица 4- Классификация и методы извлечения веществ при очистке сточных вод**

<b>Тип загрязнителя</b>	<b>Примеры методов очистки сточных вод</b>
Взвеси, суспензии и эмульсии (первая группа), образующие с водой гетерогенные кинетически неустойчивые соединения	Методы, основанные на использовании сил гравитации
Вещества, образующие с водой гидрофильные и гидрофобные системы, близкие к коллоидным растворам (вторая группа)	Флотация, седиментация, коагуляция, фильтрация
Растворимые органические соединения (третья группа)	Сорбция с применением активированных углей
Растворы солей, кислот, щелочей, ионы металлов - электролиты (четвертая группа)	Метод обессоливания, реагентный метод - перевод ионов в малорастворимые соединения

Достаточно сложная задача состоит из выбора оптимальных технологических схем очистки сточной воды, которые обусловлены многообразием

находящихся в воде примесей и высокими требованиями, предъявляемыми к качеству воды. С целью снижения солесодержания в сточных водах и их повторного использования применяются следующие методы: ионный обмен, обратный осмос, электродиализ, дистилляция, выпаривание.

Воду, прошедшую стадию обессоливания, можно использовать для технологических нужд: промывки деталей, охлаждения оборудования, получения пара и т. п. Кроме того, из сточных вод возможно извлечение ценных компонентов, кислот, щелочей. Использование воды на этих стадиях зависит от требований к качеству оборотной воды.

На основании информации о присутствующих в стоках загрязнителях можно подобрать очистное оборудование для того или иного процесса. Очевидно, что выбор установки для обработки сточных вод необходимо осуществлять путем сопоставления данных о качестве воды с характеристиками этих установок.

Технологические схемы очистки сточных вод разрабатываются в зависимости от концентрации загрязнений. Применяются деструктивные методы очистки промышленных стоков, предусматривающие разрушение вредных примесей или перевод их в нетоксичные продукты, и регенеративные, основанные на извлечении и утилизации примесей из сточных вод.

Среди сточных вод промышленных предприятий выделяют:

-Условно-чистые промышленные сточные воды, не загрязняющиеся или мало загрязняющиеся в процессе производства (1-я категория). Они включают теплообменные воды, расходуемые на охлаждение технологических сред через поверхность теплообменников. Эти воды могут быть использованы многократно после охлаждения в градирнях и стабилизации (в виде оборотной воды). На них приходится наибольший объем потребляемой воды.

Условно-чистые воды содержат не более 50 мг/л взвешенных веществ, БПКп  $< 60$  мг/л. Содержание минеральных веществ в них может составлять 500-1000 мг/л и более вследствие испарения части воды в градирнях, прудах



или других сооружениях, используемых для охлаждения отработанной оборотной воды.

Минерализация оборотной воды возрастает при уменьшении доли свежей воды, поступающей в циркуляционный поток. Для снижения степени минерализации на многих предприятиях применяют системы деминерализации воды, например, с помощью ионообменных смол.

В ряде отраслей промышленности доля оборотной воды в общем потоке водоиспользования достигает 90-95% и лишь 5-10% сбрасываются в водоем.

-Транспортерно-мочные промышленные сточные воды (2-я категория). Образуются, например, после гидравлического транспортирования и мойки сырья. Они загрязнены в основном минеральными примесями (частицы почвы, песок, глина), а также растворимыми составляющими загрязнений.

-Производственно-загрязненные и хозяйственно-бытовые сточные воды (3-я категория). К ним относятся воды, образующиеся на промежуточных технологических стадиях, после извлечения целевых продуктов, от мойки и дезинфекции технологического и вспомогательного оборудования, коммуникаций, помещений, регенерации фильтров, сорбентов и т.п. Воды этой категории содержат органические и минеральные вещества, моющие, дезинфицирующие вещества, фосфаты, щелочи, кислоты и т.п. в твердом, растворенном и коллоидном состоянии.

Типичное содержание загрязнений производственно-загрязненных сточных вод: взвешенные вещества - 500-600 мг/л, БПКп - 500-700 мг/л, минерализация - 600-1000 мг/л.

Хоз.бытовые воды включают атмосферные осадки с территорий предприятий, где эти воды могут загрязняться (пром.ливневые стоки). Содержание загрязнений в них, как правило, ниже, чем в производственно-загрязненных, поэтому они могут отводиться и очищаться отдельно от производственных.

Среди бытовых стоков можно выделить следующие основные типы:

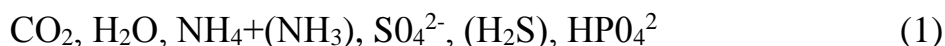
- серые и черные стоки;
- ливневые воды;
- стоки от отдельного жилого индивидуального дома (в том числе, стоки из септиков).

Серые и черные стоки - это смесь из сточных вод разного качества, кроме туалетных вод, которые образуются в пределах данного бытового объекта. Если к серым водам добавляются воды из туалета, то полученную смесь относят к черным стокам. Стоки отличаются содержанием органического вещества. Качественный состав разных стоков примерно одинаков.

Производственные сточные воды могут быть загрязнены специфическими органическими веществами, зависящими от вида производства, например, нефтью и нефтепродуктами, фенолами, лигнином, различными органическими кислотами, СПАВ.

Содержание в сточных водах органических примесей, которые могут быть окислены микроорганизмами в процессе их метаболизма, определяют как биохимическую окисляемость. При этом часть использованных органических веществ расходуется на энергетические нужды микроорганизмов, а другая часть на синтез клеточного вещества.

Часть сточных вод, расходуемая на энергетические потребности, окисляется микроорганизмами до конечных продуктов разложения, состав которых зависит от вида окисляемого компонента, окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных условий среды [22]. Который представлен в общем виде в формуле 1.



Продукты окисления - метаболиты выводятся из клетки во внешнюю среду. Для осуществления метаболизма многие микроорганизмы в качестве акцептора электронов и протонов используют кислород. Количество кислорода, необходимого микроорганизмам на весь цикл реакций получения энергии и синтеза носит название БПК - биологическая потребность в кислороде.

БПК определяют аналитически, по разнице концентрации кислорода в исходной, анализируемой пробе воды и после процесса метаболизма микроорганизмов, через 5 или 20 суток (в последнем случае значение БПК называют полным).

Определение БПК считают правильным, если к концу инкубации в склянке остается от 3 до 5 мг  $O_2/дм^3$ . Растворимость кислорода в воде при атмосферном давлении определяется температурой, при  $20^0C$  в дистиллированной воде растворяется  $9,17 мгO_2/дм^3$ . Следовательно, максимальное значение БПК, определяемое при этой температуре составит  $6,17 мгO_2/дм^3$ .

В производственных сточных водах в высоких концентрациях могут находиться специфические минеральные вещества: олово, медь, свинец, цинк, кадмий, различные кислоты и пр.

Наличие растворенных газов в сточных водах свидетельствует о биохимических процессах в них. Растворенный кислород свидетельствует о довольно высокой степени очистки, присутствие ионов аммония (или аммиака), соединений серы - о протекающем процессе аммонификации белков, причем в аэробных условиях сера присутствует в виде сульфат-иона, а в анаэробных условиях сера восстанавливается до сероводорода или сульфид-иона, появление метана может быть обусловлено процессом метаногенеза, протекающим в анаэробных условиях.

Значительная доля химических веществ - загрязнений присутствует в сточных водах, в составе взвешенных в воде мелких частиц, представляющих дисперсную фазу стока.

Во взвешенном состоянии в воде находятся многие минеральные загрязнители: песок, глина, шлаки и органические вещества растительного и животного происхождения: остатки растений, плодов, злаков, овощей, бумага и т.д.

Особое место среди токсикантов сточных вод занимает хлор, его содержание в сточных водах строго регламентируется. Классы загрязнений сточных вод представлены в таблице 5.

**Таблица 5 - Классы загрязнений сточных вод и методы их обезвреживания**

<b>Классы загрязнений сточных вод</b>	<b>Группа показателей (идентификатор)</b>	<b>Основные методы обезвреживания</b>
1	2	3
Грубодисперсные взвешенные частицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0.5мм.	Просеивание. Первичное отстаивание без реагентов. Фильтрация.
Грубодисперсные эмульгированные частицы	Капельные загрязнения, органические вещества, не смешивающиеся с водой	Гравитационная сепарация. Фильтрация. Флотация. Электрофлотация.
Микрочастицы	Взвешенные вещества с размером частиц более 0.01мм.	Фильтрация. Коагуляция. Флокуляция. Напорная флотация.
Стабильные эмульсии	Нефтепродукты в количестве более 5 мг/литр, вещества, экстрагируемые серным эфиром.	Объемно-тонкослойная седиментация, напорная флотация, электрофлотация, коалесценция.
Коллоидные частицы	Размер частиц от 0.1 до 10 микрон	Микрофильтрация, электрофлотация.
Агрессивность среды	рН, общая щелочность, общая кислотность.	Нейтрализация.
Масла	Концентрация масел в сточных водах более 10 мг/литр.	Гравитационная сепарация, флотация, электрофлотация.
Фенолы	Концентрация фенолов в стоках 0.5-5 мг/литр	Биологическая очистка + химическое окисление (озон). Адсорбция на угле.
Фенолы	Концентрация фенолов в сточных водах 5-500 мг/литр	Биологическая очистка + флотация. Коагуляция + химическое окисление (озон, хлор).
Высокое содержание органических примесей	БПК/ХПК > 0.5	Биохимический, химический, сорбционный.
Ионы тяжелых и цветных металлов	Концентрации $Cu^{2+}$ , $Zn^{2+}$ , $Ni^{2+}$ , Fe (общая), $Cd^{2+}$ 1-100 мг/литр	Электрокоагуляция, гальванокоагуляция, ионный обмен, мембранный электролиз, электрофлотация.

**Продолжение таблицы 5**

1	2	3
Цианиды	Концентрация $CN^-$ в сточных водах 1-10 мг/литр	Химическое окисление, электролиз, электрофлотация, обратный осмос, ионный обмен, адсорбция.
Хром (VI)	Концентрация $Cr^{6+}$ в стоках 1-100 мг/литр	Гальванокоагуляция, электрокоагуляция, электрохимическое восстановление, реагентный метод + электрофлотация.
Хром (III)	Концентрация $Cr^{3+}$ в стоках 1-100 мг/литр	Осаждение + фильтрация, осаждение + центрифугирование, ионный обмен, электрофлотация
Хлориды	Концентрация хлоридов > 300 мг/литр	Электродиализ, обратный осмос
Общее солесодержание сточных вод	Концентрация солей 1-1000 мг/литр	Обратный осмос, электродиализ, ионный обмен, дистилляция, выпаривание

Не существует универсального метода и технологии очистки промышленных сточных вод, которые были бы пригодны для любого типа сточной воды. Для каждого типа промышленных сточных вод, необходимо подобрать тот или иной комплекс методов, с помощью которых будет, достигнут приемлемый предел очистки.

Наиболее прогрессивные современные методы обезвреживания и переработки стоков должны быть высокоинтенсивными, экономически эффективными и экологичными - образовывать как можно меньше вторичных загрязнений уже на самой стадии обработки промышленных сточных вод.

Очистка концентрированных стоков обходится дешевле, чем очистка разбавленных стоков с тем же суммарным количеством загрязнений.

Используя оптимальный вариант схемы очистки сточных вод, можно очистить воды от органических загрязнений на 85-98%, а от механических на 95-98% [14].

## 1.2 Анализ существующих методов и технологий обезвреживания и переработки жидких отходов мусороперерабатывающих предприятий

Задачей проведения мероприятий по утилизации жидких отходов является предупреждение сброса сточных вод без очистки в водоемы. Данные мероприятия включают в себя очистку с использованием самых разных методов. При этом учитывается возможность использования очищенных вод для повторного использования.

Очистка сточных вод на предприятиях, осуществляется по одной из ниже приведенных схем:

- очистка сточных вод на промышленных очистных сооружениях;
- очистка сточных вод на промышленных, а затем на городских очистных сооружениях, с последующим сбросом в водоем;
- постоянная очистка промышленных вод и растворов на локальных сооружениях очистного типа в течение определенного промежутка времени, с последующей передачей в дальнейшее использование [60].

На мусороперерабатывающих предприятиях применяется в основном локальная система очистки жидких стоков с последующим их сбросом в окружающую среду или в канализацию.

На данный момент существует несколько способов по очистке загрязненных промышленных сточных вод, которые представлена в таблице 6.

**Таблица 6- Методы очистки загрязненных промышленных сточных вод**

Методы очистки загрязненных промышленных сточных вод	Механический
	Физический
	Химический
	Физико-химический
	Биологический
	Комплексный

Все эти методы предусматривают использование специального оборудования и технологий. Однако главной задачей, стоящей перед человечеством, является создание безотходного производства, с замкнутыми систе-

мами водопользования, а также создание технологий, которые предусматривали меньшее поступление загрязнений в стоки.

Процесс очистки сточных вод промышленного предприятия обычно состоит из нескольких стадий, на каждой из которых может применяться различные методы очистки стоков и соответствующее оборудование водоочистки. Это обусловлено, прежде всего, тем, что многие методы (особенно глубокой очистки сточных вод) нельзя использовать, если в стоках присутствуют взвешенные и эмульгированные частицы, определенные группы компонентов.

Кроме того, почти все методы очистки сточных вод имеют верхний предел концентраций по загрязнителям, от которых этот метод призван очищать сток. Поэтому возникает задача предварительной обработки сточных вод перед применением основных методов очистки. Применение стадийной обработки сточных вод объясняется еще и тем, что комбинацией нескольких типов процессов можно достичь необходимой степени очистки с наименьшими затратами.

На разных промышленных производствах применяется разное количество стадий водоочистки. Это зависит от организации очистки, используемых методов и состава сточных вод.

Все методы очистки стоков можно условно разделить на деструктивные и рекуперационные. Результатом деструктивных методов очистки будет разложение сложных загрязняющих соединений на простые, они выходят из воды в виде газов, либо выпадают в осадок, либо остаются растворенными в воде, но обезвреженными. Результатом рекуперационных методов очистки будет извлечение из сточных вод всех ценных веществ для дальнейшей переработки [8].

В зависимости от количества сточных вод и состава загрязнений могут применяться различные методы их очистки: механические, химические, физико-химические, физические, биохимические. Эти методы представлены в таблице 7.

**Таблица 7 -Классификация методов очистки сточных вод**

<b>Методы обработки сточных вод</b>	<b>Наименование</b>
Механические	Отстаивание
	Очистка в гидроциклонах
	Центрифугование
	Фильтрация
	Микрофильтрация
Химические	Окисление
	Восстановление
	Нейтрализация
	Осаждение
	Комплексообразование
Физико-химические	Флокуляция, коагуляция
	Флотация, электрофлотация
	Ионообмен, сорбция
	Экстракция
	Дистилляция, вымораживание
	Электро-гальванокоагуляция
	Мембранный электролиз
	Электролиз
Ультра-нанофильтрация	
Физические	Магнитная обработка
	Ультразвуковая обработка
	Вибрация
	Электромагнитная обработка
	Ионизирующее облучение
Биохимические	Поля фильтрации
	Биологически пруды
	Аэротенки
	Биофильтры
	Окислительные каналы

Применение того или иного метода в каждом конкретном случае определяется характером загрязнения и степенью вредности примесей.

Механическую очистку сточных вод применяют преимущественно как предварительную. Механическая очистка обеспечивает удаление взвешенных веществ из бытовых сточных вод на 60-65%, а из некоторых производственных сточных вод на 90-95%. Механические методы очистки сточных вод делятся на три группы:



1.Процеживание

2.Отстаивание

3.Фильтрация

Выбор метода зависит:

- От размера твёрдых частиц
- От физико-химических свойств частиц
- От концентрации загрязняющих частиц
- От требуемой степени очистки

Оборудование для механической очистки:

- решетки - стержни прямоугольной формы с прозорами до 16мм;
- песколовки (устанавливаются при очистке более 100м<sup>3</sup> в сутки);
- усреднители (устанавливаются, если необходимо усреднение состава);
- отстойники (бывают горизонтальные, вертикальные, радиальные, двухъярусные);
- септики (применяют для очистки стоков, направляющихся в фильтрующие траншеи, колодцы и на поля подземной фильтрации);
- гидроциклоны (нужны для очистки стоков от взвешенных веществ);
- центрифуги (выделяют мелкодисперсные вещества, когда нельзя применять реагенты);
- флотационные установки (используются для выделения масел, жиров, нефтепродуктов);
- дегазаторы (удаляют растворенные в воде газы) [64].

Задача механической очистки воды заключается в подготовке ее к физико-химическим и биологическим очисткам. Грубодисперсионные примеси выделяют из сточной воды путем таких методов как: процеживания, отстаивания и фильтрации.

Задержание крупных загрязнений и частично взвешенных веществ происходит с помощью процеживания воды через сита и различные решетки.

Процесс отстаивания используют для выделения взвешенных веществ из сточной воды. Этот метод применяется для осаждения грубодисперсных

примесей из сточных вод под действием силы тяжести. В данном технологическом процессе используют осветлители, отстойники и песколовки.

Взвешенные частицы различной формы и размера наиболее часто встречаются в промышленных сточных водах, имеют вид полидисперсных гетерогенных агрегативно-неустойчивых систем.

В процессе осаждения изменяются физические свойства систем: форма частиц, плотность и размер. Твердые вещества, в том числе и коагулянты могут образовываться при слиянии различных по химическому составу сточных вод. Форма и размеры частиц изменяются под действием этих явлений.

Для задержания более мелких частиц применяют процесс фильтрации.

Чаще всего для этой цели в фильтрах используют фильтровальные материалы в виде слоев зернистого материала, тканей (сеток), или химических материалов, имеющих определенную пористость. На поверхности фильтрующего материала или в поровом пространстве при прохождении сточной воды задерживается выделенная взвесь.

Процесс разделения осуществляется с помощью перегородок задерживающих дисперсную фазу и пропускающих жидкость.

Выбор перегородки зависит:

- От конструкции аппарата
- От температуры сточной воды
- От давления фильтрации
- От свойств сточной воды

Фильтры делятся по следующим признакам:

- По виду процесса (для очистки, для сгущения или для разделения);
- По характеру протекания процесса (непрерывные или периодические);
- По давлению при фильтрации (под повышенным давлением перед перегородкой, под вакуумом за перегородкой, под действием гидростатиче-

ского давления столба жидкости, по направлению фильтрования, по конструктивным особенностям) [76].

Механический метод очистки применяется, в том случае, когда осветленные воды, пройдя этот способ, могут быть отведены в водоемы без нарушения их экологического состояния или быть использованы в технологических процессах производства. Первой ступенью очистки сточных вод является механическая очистка.

К химическим методам очистки сточных вод относят нейтрализацию, окисление и восстановление. Данные методы связаны с использованием различных реагентов, поэтому экономически не выгодны из-за дорогой себестоимости. К методам окисления относится и электрохимическая обработка. Ее применяют в замкнутых системах водоснабжения для удаления растворимых веществ.

Перед спуском сточных вод в водоем может применяться химическая очистка, как самостоятельный метод. Его можно использовать и при подаче сточных вод в систему оборотного водоснабжения. Иногда химическую очистку применяют как предшествующую биологической очистке или после как метод доочистки сточных вод.

С целью дезинфекции, обесцвечивания или извлечения различных компонентов из производственных сточных вод применяют химическую обработку, как метод глубокой очистки.

При локальной очистке производственных сточных вод предпочтение отдают химическим методам.

### **Нейтрализация.**

Сточные воды, в которых содержатся кислоты и щелочи перед сбросом нейтрализуют.

Существуют следующие методы нейтрализации:

- Смешение щелочных и кислых сточных вод
- Добавление реагентов

- Использование нейтрализующих материалов в фильтрование сточных вод
- Абсорбционирование щелочными сточными водами кислых газов
- Абсорбционирование кислых вод аммиаком

Использование метода очистки сточных вод зависит от ряда критериев:

- объём сточных вод
- концентрация сточных вод
- режим поступления сточных вод
- наличия и стоимости реагентов

При образовании кислых и щелочных сточных вод применяют нейтрализацию смешения, когда это происходит на одном или близких предприятиях. Реагентами при нейтрализации кислых вод используются водный раствор аммиака карбонаты или щёлочи. Кислые газы и минеральные кислоты используются для нейтрализации щелочных вод.

### **Окисление.**

Реакции окисления, разрушают и переводят в безвредное состояние загрязняющие вещества. Окислителями служат газообразный или сжимаемый хлор, озон или кислород.

При очистке окислением расходуется большое количество реагентов, поэтому данный метод применяется тогда, когда невозможно или нецелесообразно использовать другие методы, например, при очистке соединений мышьяка и циановых соединений.

### **Восстановление.**

Применяется, при содержании в растворе легко восстанавливаемых веществ: ионы тяжёлых металлов, хром, ртуть и другие. Например, соединения ртути восстанавливаются до металлической ртути, которая затем отстаивается или отфильтровывается.

При физико-химической очистке в очищаемую воду вводят какое-либо вещество-реагент (коагулянт или флокулянт). Это вещество, вступая в хими-

ческую реакцию с содержащимися в воде примесями, способствует полному выделению нерастворимых примесей, части растворимых соединений и коллоидов.

Уменьшение концентрации вредных веществ в сточных водах приводит к изменению реакции данных вод (происходит их нейтрализация).

Физико-химическая очистка дает возможность интенсифицировать механическую очистку сточных вод. Физико-химическая очистка может быть окончательной или второй ступенью перед биологической, в зависимости от необходимой степени очистки сточных вод.

Физико-химический метод очистки промышленных стоков используется для очистки стоков от мелкодисперсных загрязнений и коллоидных примесей. Данный метод может быть эффективен при очистке сточных вод от некоторых типов кислот, щелочей и ионов.

### **Коагуляция и флокуляция.**

Способы физико-химической очистки производственных сточных вод и стоков другого происхождения. Во время этих процессов происходит реакция загрязняющих стоки веществ:

1. Коагуляция - процесс очистки сточных вод с минеральными соединениями;
2. Флокуляция - процесс очистки стоков с высокомолекулярными агентами.

Соли алюминия и железа используются в качестве веществ, способствующих коагуляции загрязнений сточных вод. В результате химической реакции с загрязнениями промышленных сточных вод образуются нерастворимые формы гидроксидов из данных коагулянтов. Данные гидроксиды при образовании захватывают неорганические и органические примеси из стоков.

При обработке сточных вод формируются рыхлые хлопья, которые легко удаляются из очищаемой воды

Для глубокой очистки загрязненных промышленных сточных вод используются мембранные методы очистки стоков.

Обратный осмос является разновидностью данного метода.

В технологическом процессе используется полупроницаемая полимерная мембрана, на которую под давлением подаются сточные воды. На мембране загрязняющие агенты стоков эффективно задерживаются, а чистая вода пропускается.

При использовании мембранных методов, из сточных вод выделяют и утилизируют низкомолекулярные вещества, например, кислоты, соли и т.д.

Проведение предварительной очистки стоков рекомендовано для данного метода очистки сточных вод.

В ионообменных смолах происходит фильтрация стоков очистки промышленных сточных вод с помощью ионообменного метода.

Ионообменные смолы делятся на: слабоосновные и сильноосновные аниониты и слабокислотные и сильнокислотные и катиониты. Специально комплексообразующие группы формируются из существующих анионитов.

Загрязнения сточных вод катионного типа, проходя через ионообменную смолу, вступают в реакцию обмена с катионитом ионита, и оседает на нем.

И наоборот, вступая в реакцию обмена с анионитом ионита загрязнения сточных вод анионного типа, оседают на нем. Целенаправленное выделение определенных вещества из сточной воды является достоинством ионообменного метода.

Деструктивные методы очистки стоков используют в том случае, если из сточных вод невозможно извлечь загрязняющее вещество. При использовании данных методов очистки сточных вод загрязненная вода разлагается до неопасных компонентов.

В стоках часто содержится крупнозернистая твердая фаза - песок, металлические и полимерные частицы.

Твердая фаза удаляется в отстойник в виде осадка, а жидкая поступает в механический фильтр, где происходит освобождение от взвешенных и коллоидных частиц твердых загрязнений. Фильтрат поступает в сборник-

разделитель, и оттуда подается в мембранный аппарат. Пермеат жидкости выделяется при высокой линейной скорости. В дальнейшем он может быть отправлен обратно в производство.

Слой нефтепродуктов на поверхности воды образуется за счет постепенного повышения концентрация масла до состояния, когда оно из эмульсии переходит в сплошную фазу. Этот слой удаляется и обычно поступает на сжигание.

Биологическая очистка основана на жизнедеятельности микроорганизмов, которые способствуют окислению или восстановлению органических веществ, находящихся в сточных водах в виде тонких суспензий, коллоидов, в растворе, являясь источником питания для микроорганизмов, в результате чего и происходит очистка сточных вод от загрязнения.

Биологические методы очистки сточных вод могут быть разделены на два типа, по типам микроорганизмов, участвующих в переработке загрязнителей стоков:

1.Аэробные биологические методы очистки промышленных и бытовых сточных вод (микроорганизмам при их жизнедеятельности необходим кислород);

2.Очистка стоков анаэробными микроорганизмами (которые живут без кислорода) [14].

Методы очистки сточных вод с участием аэробных бактерий разделяются по типу емкости, в котором происходит окисление стоков. Емкостью может быть биопруд, поле фильтрации, биологический фильтр. В естественных условиях очистка сточных вод происходит в биопрудах и на полях фильтрации. Поля фильтрации - это специальные участки, отведенные для сброса загрязненных сточных вод и заселенные почвенными аэробными бактериями.

Вредная органика сточных вод при попадании в почву подвергается окислению микроорганизмов с конечным образованием воды и углекислого газа. Одновременно с процессами переработки органики сточных вод, происходит синтез биомассы бактерий.

Биопруды - это водные объекты, в которых созданы благоприятные условия для жизни микроорганизмов: малая глубина, большое количество водорослей, насыщающих воду кислородом и т.п. Строительство биопрудов используется для очистки производственных сточных вод, очистки рек, впадающих в водохранилища.

Сезонная работа биопрудов и полей фильтрации является препятствием для их широкого использования, а также небольшая производительность по очистке стоков и необходимость отвода крупных площадей земли.

В биологических фильтрах искусственных сооружений проходит очистка и обработка сточных вод и стоков микробами. Для жизни микроорганизмов в искусственных сооружениях в течение длительного времени могут поддерживаться оптимальные параметры, такие как: значения концентрации кислорода в воде, рН температуры и т.д.

Емкость, заполненная крупнозернистым материалом, называется биологическим фильтром. Колонии микроорганизмов могут жить на частицах данного материала. Они более устойчивы к перегрузкам по загрязнению и объему сточных вод. Микроорганизмы могут погибнуть, если в устройстве биологической очистки стоков будут превышены определенные предельные концентрации загрязнений, для биологического сообщества.

При высокой концентрации органики в сточных водах наиболее перспективным методом очистки стоков является анаэробный метод. Аэрацию воды в данном методе очистки можно не производить, это является преимуществом и заключается в меньших эксплуатационных расходах. Металлические резервуары, содержащие минимум сложного нестандартного оборудования представляют собой анаэробные реакторы.

Выделение в воздух метана, как продукта жизнедеятельности анаэробных микроорганизмов требует специальной системы организации его концентрации.

Применяемые методы очистки сточных вод, описанные ранее наиболее оптимальны для использования в производственном процессе, если не пре-



вышаются допустимые величины концентрации определенных загрязняющих агентов.

Предварительная очистка стоков может проводиться в три-четыре ступени. Доочистка сточных вод может быть необходимой после биоочистки для улучшения качества сброса очищенных вод в водоемы.

Наиболее проблематичными в плане очистки, даже с использованием современных технологий являются, так называемые особые, некондиционные сточные воды. Утилизация таких сточных вод происходит закачке их в естественные подземные резервуары. Безопасная утилизация сточных вод данным способом осуществима лишь в том случае, если, горизонты для хозяйственного и питьевого водоснабжения находятся в изоляции от горизонта утилизации стоков.

Сооружения для биологической очистки включают в себя:

- преаэраторы и биокоагуляторы (снижают концентрацию ионов тяжелых металлов и других загрязняющих веществ);
- биологические фильтры;
- аэротенки, илососы, метатенки (сооружения для очистки аэробным и анаэробным способом);
- вторичные отстойники, илоотделители и поля фильтрации (предназначены для полной биологической очистки стоков);
- биологические пруды (предназначаются для глубокой очистки стоков содержащих много органических веществ) [4]. Рассмотренные способы очистки сточных вод применяются в комплексе. Выбор метода очистки зависит от характера, количества и вида стоков, а также от концентрации загрязняющих веществ.

Локальные очистные сооружения (ЛОС) – это сооружения или канализационные устройства, которые предназначены для глубокой и полной очистки хозяйственно-бытовых жидких отходов, ливневых, промышленно-технических или любых других стоков [33].

ЛОС представляют собой целый комплекс очистных установок и всевозможных систем для того, чтобы принимать и очищать производственные стоки, а также сточные воды от ливневой канализации, талые или грунтовые воды.

Задача этих сооружений состоит в очистке стоков до полной степени соответствия с нормами и стандартам, обеспечивающие полную безопасность окружающей природной среде, здоровью животного мира и людей.

## **ГЛАВА 2. ЖИДКИЕ ОТХОДЫ ОАО «ЗПБО» И МЕТОДЫ ИХ ПЕРЕРАБОТКИ**

### **2.1 Спецификация оборудования, перечень выполняемых работ открытого акционерного общества «Завод по переработке твердых бытовых отходов» - ОАО «ЗПБО»**

Тольяттинский завод по переработке ТКО, введенный в эксплуатацию в 1997 года, является единственным специализированным предприятием в Самарской области, перерабатывающим твердо коммунальные отходы (ТКО).

ОАО «ЗПБО» - природоохранное предприятие, осуществляющее производственную деятельность по сбору, использованию, транспортировке, обезвреживанию и хранению опасных отходов [24].

ТКО перерабатывается методом биотермического компостирования в биотермических барабанах с извлечением некомпостируемых фракций (черный и цветные металлы, камни, стекло, древесина, п/э пленка, ветошь, картон, макулатура и пр.), с получением компоста (биотоплива и органического удобрения).

Мощность завода в настоящее время составляет в натуральном выражении 100 тыс. тонн ТКО в год, что составляет более 50% от общего объема образования ТКО в городе Тольятти.

Конечный продукт переработки ТКО – компост. Это универсальный технологический материал, может использоваться в качестве насыпного, питательного и растительного слоя и изоляционный материал при послойной пересыпке, как в межслойной, так и верхней изоляции полигонов отходов.

«Завод по переработке твердых бытовых отходов» в городе Тольятти оказывает следующий комплекс услуг:

- сбор, транспортировка, переработка ТКО и обезвреживание твердо коммунальных отходов;
- погрузка, вывоз старой мебели и бытовых приборов;

- переработка деревоотходов и архивной документации, вывоз жидких отходов;
- измельчение вторичных полимеров, дробление стеклоотходов;
- производство крупногабаритных пластмассовых изделий методом ротационного формования;
- для нужд ЖКХ;
- разработка и координация реализации систем санитарной очистки городов от ТКО;
- формирование банка данных по технологиям промышленной переработки отходов;
- информационно-консультативная помощь по управлению отходами;
- совместная, с ОАО «ВОЛГОЦЕММАШ», разработка и поставка оборудования технологической линии биотермического обезвреживания ТКО [26].

Завод по переработке коммунальных отходов является единственным специализированным предприятием в Самарской области, перерабатывающим коммунальные отходы.

Базовая технология, положенная в основу технологической схемы завода - аэробное механизированное биотермическое компостирование твердых коммунальных отходов (ТКО).

Промышленная переработка муниципальных отходов является комплексной технологией, экологически чистой и безопасной предусматривающая сепарацию и вторичный оборот ценных компонентов ТКО: металлический лом, пластмассовый и плёночный материал, текстиль, стекло, бумага и пр. Конечным продуктом обезвреживания и переработки отходов является компост – натуральное органическое удобрение.

В приемном корпусе завода осуществляется технологический процесс предусматривающий разделение твердо-коммунальных отходов на фракции. Сюда входит процесс уменьшения размеров мусорных компонентов путем их

измельчения и просеивания, а также извлечение металлических предметов, например, консервных банок.

Сортировка ТКО - одна из составных частей утилизации мусора, т. е. выделения из мусора фракций различных веществ: металлов, пластмасс, стекла, костей, бумаги и других материалов с целью дальнейшей их отдельной переработки.

К ТКО относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, зрелищных, спортивных и других предприятиях (включая отходы от текущего ремонта квартир), смет, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, крупногабаритные отходы, а также отходы промышленных предприятий [36].

В муниципальном секторе ТКО образуются из двух основных источников:

- жилых зданий;
- административных зданий, учреждений и предприятий общественного назначения (общественного питания, учебных, зрелищных, гостиниц, детских садов и др.).

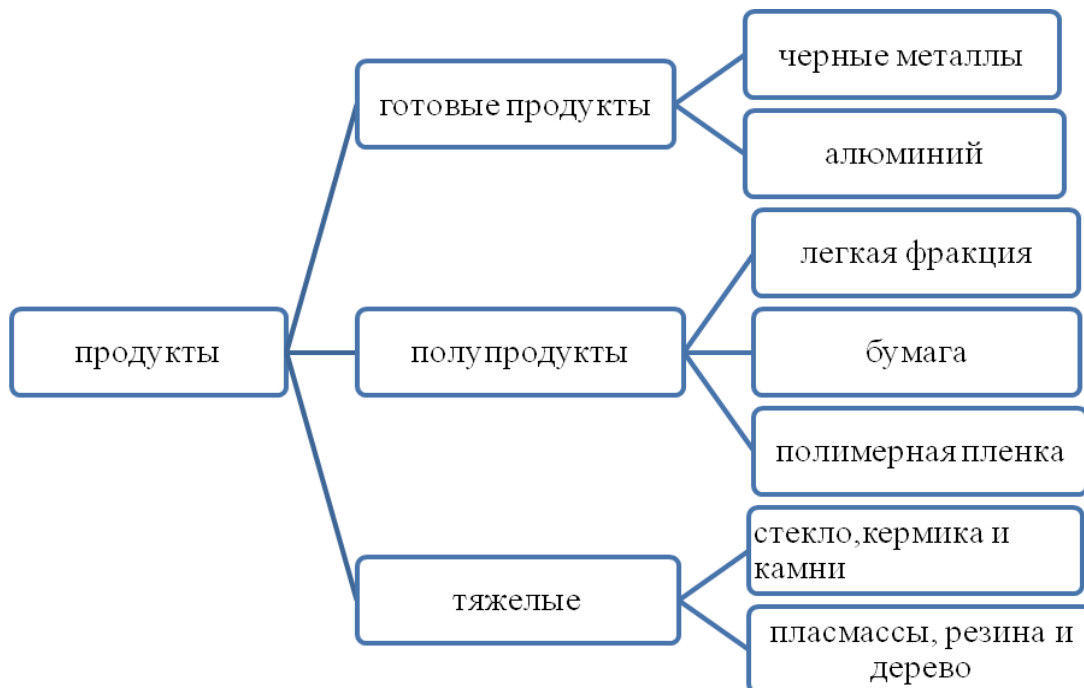
Твердо коммунальные отходы представляют собой гетерогенную смесь органических и неорганических компонентов сложного состава.

Сущность технологии заключается в следующем:

- извлечение в самостоятельные продукты черных и цветных металлов;
- разделение потока отходов на две фракции - горючую и биоразлагаемую (соответственно для термообработки, биообработки или захоронения);
- удаление опасных и части балластных компонентов.

В дроблении всей массы исходных ТКО до крупности менее 120мм, магнитной сепарации дробленого продукта, грохочении немагнитной фракции по классу 10мм с последующим дроблением крупной фракции до размера менее 10мм и сушкой всего материала до воздушно-сухого состояния (влажность - 5%).

Из высушенных мелкодробленных отходов с применением различных методов обогащения (магнитная и электрическая сепарация, аэросепарация, грохочение, гравитационная сепарация) выделяют следующие готовые продукты, представленные на рисунке 1.



**Рисунок 1- Выделяемые продукты ТКО**

Биотермическое компостирование. Этот способ основан на естественных, но ускоренных реакциях трансформации мусора при доступе кислорода в виде горячего воздуха при температуре порядка 60°C.

Биомасса ТКО в результате данных реакций в биотермической установке (барабане) превращается в компост. Для реализации этой технологической схемы исходный мусор должен быть очищен от крупногабаритных предметов, а также металлов, стекла, керамики, пластмассы, резины.

Полученная фракция мусора загружается в биотермические барабаны, где выдерживается в течение 2 суток с целью получения товарного продукта. После этого компостируемый мусор вновь очищается от черных и цветных металлов, доизмельчается, а затем складировается для дальнейшего использования в качестве компоста в сельском хозяйстве или биотоплива в топливной энергетике.

При подаче конвейерами компоста во вращающиеся грохоты с ячейками сит 25мм, то происходит очистка компостируемой массы от балластных фракций. Далее железоотделители извлекают лом черных металлов, который через приемные бункеры-накопители поступает в прессовые установки, прессуется и отправляется потребителю [74].

Сепаратор извлекает лом цветных металлов, который попадает в контейнеры. По мере накопления лом цветных металлов отправляется потребителям. Очищенные от черного и цветного металлолома фракции подаются в бункер - балласта и далее автотранспортом вывозятся на полигон для захоронения.

Очистка компостируемой массы от стекла осуществляется через подачу транспортерами в баллистические сепараторы стекла. В баллистических сепараторах в качестве кода (сепарации) используют упругость разделяемых фракций. Частицы компоста и балласта отбрасываются на отражательную плиту, выполненную в виде плоского медленно вращающегося диска. Упругие балластные фракции стекла попадают в балласт и далее конвейерами транспортируются в бункер накопитель, через который загружаются в контейнеры и по мере накопления отправляются потребителям. Неупругая масса компоста конвейерами транспортируется в дробильный блок.

Работа в дробильном отделении состоит из двух стадий и осуществляется по следующему принципу. Компост конвейерами подается в молотковые дробилки. На первой стадии дробления в результате отскока от молотков балластные фракции подаются на конвейер и транспортируются в контейнера. Далее, по мере накопления автотранспортом отправляются для захоронения на полигон. На второй стадии компост измельчается молотками и подается на конвейер с последующей транспортировкой на склад компоста либо в отделение подготовки компоста для продажи населению.

Конечный продукт переработки ТКО – компост. Этот универсальный материал, может использоваться в качестве насыпного, питательного и растительного слоя (муниципальное озеленение, городское садово-парковое и

лесное хозяйства), и изоляционный материал при послойной пересыпке, как в межслойной, так и верхней изоляции полигонов отходов.

Специалистами завода проведены эксперименты и разработаны технологии по использованию компоста в создании почвогрунтов для устройства и восстановления газонов. На экспериментальном участке опробована технология озеленения придорожных склонов и откосов.

## **2.2 Анализ образующихся жидких отходов ОАО «ЗПБО» и методов их обезвреживания и переработки**

Локальная очистная система применяется для очистки хозяйственно-бытовых или приравненных к ним по составу производственных сточных вод, для очистки промышленных стоков на предприятиях от взвешенных частиц, примесей органических соединений, поверхностно-активных веществ и т.д.

Сточные воды - любые воды и атмосферные осадки, отводимые в водоёмы с территорий промышленных предприятий и населённых мест через систему канализации или самотёком, свойства которых оказались ухудшенными в результате деятельности человека.

Сточные воды могут быть классифицированы по следующим признакам: по источнику происхождения:

-производственные (промышленные) сточные воды (образующиеся в технологических процессах производств), отводятся через систему промышленной или общесплавной канализации;

-бытовые (хозяйственно-бытовые) сточные воды (образующиеся в результате бытовой жизнедеятельности человека), отводятся через систему хозяйственно-бытовой или общесплавной канализации;

-поверхностные сточные воды (делятся на дождевые и талые - образующиеся при таянии снега, льда, града), отводятся, как правило, через систему ливневой канализации. Также могут называться «ливневые стоки».



Производственные сточные воды, в отличие от атмосферных и бытовых, не имеют постоянного состава и могут быть разделены.

По составу загрязнителей на:

- загрязнённые по преимуществу минеральными примесями;
- загрязнённые по преимуществу органическими примесями;
- загрязнённые как минеральными, так и органическими примесями.

По концентрации загрязняющих веществ:

- с содержанием примесей 1-500 мг/л.;
- с содержанием примесей 500-5000 мг/л.;
- с содержанием примесей 5000-30000 мг/л.;
- с содержанием примесей более 30000 мг/л.

По свойствам загрязнителей по кислотности:

- неагрессивные (рН 6,5-8);
- слабоагрессивные (слабощелочные - рН 8-9 и слабокислые - рН 6-6,5);
- сильноагрессивные (сильнощелочные - рН>9 и сильнокислые -рН<6);

По токсическому действию и действию загрязнителей на водные объекты:

- содержащие вещества, влияющие на общесанитарное состояние водоёма (напр., на скорость процессов самоочищения);
- содержащие вещества, изменяющие органолептические свойства (вкус, запах и др.);
- содержащие вещества, токсичные для человека и обитающих в водоёмах животных и растений [29].

Использование локальных очистных систем позволяет очищать сточные воды практически от всех вредных и опасных веществ. Очищенные стоки могут сбрасываться в грунт или даже в рыбохозяйственные водоемы.

Существует два типа локальных очистных систем:

- 1) ЛОС с пассивной аэрацией. Созданы на основе септика, преимуществом которой является энергонезависимость. Септик представляет собой моноблок, выполненный из специального пластика, обеспечивающего полную герме-

тичность и отсутствие запахов. При организации такой системы очистки важно обратить внимание на тип почвы и на уровень грунтовых вод;

2) Очистная система с активной аэрацией, обеспечивающая высокий уровень биологической очистки. Такая система требует подключения электричества для работы маломощного компрессора.

### **2.3 Анализ работы локальных очистных сооружений, связанных с расчетами расхода воды, отвода и очистки сточных вод на ОАО «ЗПБО»**

На рассматриваемом ОАО «ЗПБО» имеются следующие промышленные отходы:

1) Шламы и осадки содержащие: хром, никель, медь, кобальт, цинк, свинец, кислые и щелочные отходы производства, и вещества неорганического характера;

2) Осадки сточных вод, включающие в себя канализационные, нефте-содержащие промышленные осадки;

3) Нефтеотходы и нефтешламы, легковоспламеняющиеся жидкости (ЛВЖ), смазочные охлаждающие жидкости (СОЖ). Показатели очистки промышленных стоков представлены в таблице 8.

**Таблица 8 - Очистка промышленных стоков на ЛОС**

<b>Наименование показателя</b>	<b>Показатель</b>	<b>Наименование показателя</b>	<b>Показатель</b>
1	2	3	4
рН	6.5-8.5	Остаточный свободный и связанный хлор	Отсутствие
Запах	Не более 2 баллов	Фосфаты	Не более 3,5 мг/л
Окраска	Отсутствие в столбике 20 см	Растворенный Кислород	не менее 4 мг О <sub>2</sub> /л
Термотолерантные колиформные Бактерии	Не более 100 КОЕ/100 мл	Общие колиформные бактерии	Не более 1000 КОЕ/100 мл (500 КОЕ/100мл)
БПК5 при температуре 200С	Не более 2 мг О <sub>2</sub> /л (4 мг О <sub>2</sub> /л)	Колифаги	Не более 10 БОЕ/100 мл

**Продолжение таблицы 8**

1	2	3	4
ХПК	Не более 15 мг О <sub>2</sub> /л	Возбудители кишечных инфекций	Отсутствие
Минерализация Общая	Не более 1000 мг/л, в т.ч.: хлоридов Не более 350 мг/л, сульфатов 500 мг/л	Плавающие Примеси	Отсутствие пленок нефте- продуктов ма- сел, жиров и прочих приме- сей
Азот аммонийный	Не более 1,5 мг/л	Нитраты	Не более 45 мг/л
Нитриты	Не более 3,3 мг/л	СПАВ	Не более 0,5 мг/л

Очистной комплекс нужен для того, чтобы доводить отходные воды до нормы. Его производительность - от минимума в 30 до 5 тысяч кубометров воды за сутки.

Такие установки разрабатывают как в наземном, модульном конструкторском варианте, так и для подземного размещения. Прослужит такая установка до 50-ти лет, поскольку ее производят из очень долговечных материалов, стойких перед комплексным давлением потока слоёв подземных вод и грунтов. Ведь очистка промышленных сточных вод обязательно должна проходить с учетом проектной нагрузки на стоки. И это важно учитывать в процессе организации системы очистки.

Механическая очистка сточных вод является предварительным этапом, который обязательно предшествует полной очистке стоков. Задача механической очистки - извлечь из воды, осевшие или взвешенные нерастворимые твердые частицы, волокна и грубодисперсные примеси. На ЛОС ОАО «ЗПБО» используется напорное или безнапорное пропускание воды сквозь пористый материал, засыпной наполнитель. Засыпной наполнитель выбирается в зависимости от вида загрязнения. Материалом для наполнителя могут быть: уголь, песок, гравий, частицы металла, стекла или пластика, а также другие пористые или измельченные вещества.

### **Разворотная площадка.**

В здании разворотной площадки предусматривается объединенная система хозяйственно-питьевого и противопожарного водопровода. Расходы воды и стоков от установленных в корпусе унитазов и умывальников учтены в расходах административного корпуса.

В материальном складе разворотной площадки запроектирован противопожарный водопровод (категория производства «В» степень огнестойкости, объем 1368м<sup>3</sup>). Расход воды на внутреннее пожаротушение составляет 2 струи по 2,5 л/с. К установке протянуты пожарные краны 50мм, производительностью 2,6 л/с, длиной рукава 20м, необходимым напором у пожарного крана 10м.

Сеть хозяйственно-питьевого водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных легких труб 50мм +15мм по ГОСТу 3262-75. Сеть хоз. бытовой канализации запроектирована из чугунных канализационных труб 50мм 100мм по ГОСТу сут. 36 м<sup>3</sup>/сут. Отвод дождевых вод с разворотной площадки предусмотрен сетью дождевой канализации. Для приема дождевых вод на разворотной площадке устанавливаются 2 трапа 100мм.

### **Приемный корпус.**

В приемном корпусе производится мойка бункеров и питателей горячей водой  $t=60$  °С в течение 1 часа в сутки. Мойка производится только в летнее время. Расчетный расход воды определен из одновременной работы 2-х поливочных кранов 25мм с расходом 1,08 м<sup>3</sup>/час каждый.

Вода для мойки подается из хоз. питьевого водопровода. Отвод сточных вод после мойки питателей и помещения предусматривается через трапы для отвода случайных вод, из приемков приемного корпуса предусмотрен насос, «ГНОМ»-10-10 Q 10 м<sup>3</sup>/час, с электродвигателем А0Л-2-12-В л/ = 1,1 кВт.

Крупные взвеси задерживаются на решетках трапов. Для задержания основной массы взвешенных веществ на выпуске из здания установлен колодец со стекловолокнистым фильтром после чего стоки сбрасываются в

хоз.бытовую канализацию. Сеть хоз.бытовой канализации, выполнены из чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТу 6942.3-80. Внутренние сети водопровода запроектированы из стальных водогазопроводных труб 25мм по ГОСТ 3262-75и стальных бесшовных труб 57 x 2.5 по ГОСТу 8734-75.

В корпусе предусматривается противопожарный водопровод для тушения пожара в бункере. (Категория производства «В», степень огнестойкости П. объем здания 6048м<sup>3</sup>).Расход воды на внутреннее пожаротушение приемного корпуса составляет: 2 струи по 5 л/сек каждая. К установке приняты пожарные краны 65мм, производительностью 5,2 л/сек, диаметром sprыска 19мм, длиной рукава 10м. необходимым напором у пожарного крана 18,2мм.

Работа пожарных кранов осуществляется от кнопочных, пускателей, при пуске которых открывается электрозадвижка, установленная под разворотной площадкой, после чего трубопровод противопожарного водопровода заполняется водой.

Ввиду того, что помещение приемного корпуса не отапливается в осенне-зимний период, трубопроводы для мойки питателей и противопожарный на зимний период опорожняются.

Внутренние сети водопровода проектируются из стальных водогазопроводных легких труб 25мм 4-100мм по ГОСТу 3262-75.Отвод дождевых вод с кровли приемного корпуса осуществляется свободным сбросом на рельеф.

### **Корпус первичной сортировки.**

В корпусе первичной сортировки предусмотрен поливочный кран с подводкой холодной воды для влажной уборки помещения. Внутренняя сеть водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных труб 25мм по ГОСТу 3262-75.

На случай утечки воды из поливочного крана, под ним установлен трап 50мм. Вода от трапа отводится в бытовую канализацию. Сеть водопровода запроектирована из стальных, водогазопроводных труб 25мм по ГОСТу

3262-75. Сеть бытовой канализации запроектирована из чугунных канализационных труб 50мм по ГОСТу 6942.3-80.

Для приема дождевых вод с кровли здания запроектирована сеть дождевой канализации. Сеть дождевой канализации запроектирована из полиэтиленовых канализационных труб 100мм по ГОСТу 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТу 6942,3-80.

#### **Отделение пакетирования металла.**

В отделении пакетирования металла запроектирована сеть дождевой канализации. Расчетный расход определен по формуле 2:

$$Q=(P*q)/10000, \quad (2)$$

где Q- расход дождевых вод, л/с;

P– площадь водосбора, м<sup>2</sup>;

q- интенсивность дождя ,л/с.

$$Q=(144*70)/10000=1,01 \text{ л/с.}$$

Для приема дождевых вод на кровле установлены 2 водосточные воронки. Сеть дождевой канализации выполнена из полиэтиленовых канализационных труб 100 мм по ГОСТу 22689.3-77 чугунных канализационных труб 100 ПО ГОСТу 6942.3-80.

#### **Главный корпус.**

В главном корпусе предусматривается поливочный, кран с подводкой холодной воды для влажной уборки помещения. Расходы воды и стоков от установленных в корпусе унитазов и умывальников учтены в расходах административно-бытового корпуса. Часовой расход на уборку помещений рассчитывается по формуле 3:

$$W=S * L, \quad (3)$$

где W-часовой расход на уборку помещения

S-площадь помещения,м<sup>2</sup>;

L-разовый объем воды.

$$W=2,592* 0,5 =1,30\text{м}^3.$$

Внутренняя сеть водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных труб 15мм +25мм по СТг 3262-75. На случай утечки воды из поливочного крана, под ним установлен трап. Вода от трапа отводится в бытовую канализацию. Для отвода случайных вод из приемков предусмотрен ручной насос БКФ-2.

Бытовая канализация запроектирована из чугунных канализационных труб 100мм + 50мм по ГОСТ 6942.3-80.

Отвод дождевых вод с кровли корпуса запроектирован сетью внутренних водостоков с выпуском во внутривысотную сеть дождевой канализации.

Конструктивно для приема дождевых вод на кровле здания устанавливается 8 водосточных воронок типа ВР-Э. Сеть дождевой канализации запроектирована из полиэтиленовых канализационных труб 100мм по ГОСТу 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТу 6942.3-80.

### **Сортировочный корпус.**

В сортировочном корпусе установлен поливочный кран с подводкой холодной воды для влажной уборки помещений. На случай утечки воды из поливочного крана, под ним устанавливается трап 50мм. Сеть водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных труб 25мм по ГОСТу 3262-75. Сеть бытовой канализации запроектирована из чугунных канализационных труб 50мм по ГОСТу 6942.3-80. Для приема дождевых вод с кровли здания запроектирована сеть дождевой канализации. Расчетный расход определен по формуле 4:

$$Q_1=(P_1*q)/10000, \quad (4)$$

где  $Q_1$ - расход дождевых вод, л/с;

$P_1$ – площадь водосбора, м<sup>2</sup>;

$q$ - интенсивность дождя , л/с.

$$Q_1=(1080*70)/10000=7,56 \text{ л/с.}$$

Инструктивно принимаем 6 водосточные воронки типа ВР-9. Сеть дождевой канализации запроектирована из полиэтиленовых канализацион-

ных труб 100мм по ГОСТу 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТ 6942.2-80.

### **Отделение стеклосепарации.**

В отделения стеклосепарации предусматривается поливочный кран с подводкой холодной воды для влажной уборки помещения. Внутренняя сеть водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных труб 25мм по ГОСТу 3262-75. На случай утечки воды из поливочного крана над ним установлен трап 50мм. Вода от трапа отводится в бытовую канализацию. Бытовая канализация запроектирована из чугунных, канализационных труб 50мм по ГОСТу 6942.3-80.

Отвод дождевых вод с кровли здания запроектирован сетью внутренних водостоков с выпуском на внутриплощадочную сеть дождевой канализации.

Конструктивно принимаем 4 водосточные воронки типа ВР-9. Внутренние водостоки выполнены из полиэтиленовых канализационных труб 100мм по ГОСТу 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТу 6942.3-80.

### **Дробильное отделение.**

В дробильном отделении установлен поливочный, кран с подводкой холодной воды для влажной уборки помещения. На случай утечки воды из поливочного крана под ним установлен трап 50мм. Сеть водопровода запроектирована из стальных водогазопроводных труб 25мм по ГОСТу 3262-75. Сеть бытовой канализации запроектирована из чугунных канализационных труб 50мм по ГОСТу 6942.3-60. Для приема дождевых вод с кровли здания запроектирована сеть дождевой канализации. Расчетный расход определен по формуле 5:

$$Q_2=(P_2*q)/10000, \quad (5)$$

где  $Q_2$ - расход дождевых вод, л/с;

$P_2$ – площадь водосбора, м<sup>2</sup>;



q- интенсивность дождя , л/с.

$$Q_2=(162*70)/10000=1,14 \text{ л/с.}$$

Конструктивно принимаем 2 водосточные воронки типа ВР-9. Сеть дождевой канализации запроектирована из полиэтиленовых канализационных труб 100мм по ГОСТу 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100мм по ГОСТу 6942 3-80.

### **Административный корпус.**

Проектом предусмотрена объединенная сеть водопровода для хозяйственно-питьевых и производственных нужд. Необходимый напор на вводе - 15м. Для учета расхода воды по заводу, на вводе в административно-бытовой корпус установлен водомерный узел со счетчиком ВВ-65. Согласно СНиП 2.04.01-85 расходы воды составят: на одного административного работника или производственно-технического персонала 16 л/сут или 4л/час (в т.ч. 7 л/сут или 2л/сут горячей воды).

Ввод водопровода запроектирован из полиэтиленовых напорных труб 110мм по ГОСТу 18599-83. Внутренние сети холодного и горячего водоснабжения запроектированы из стальных водогазопроводных труб 15мм, 100мм по ГОСТУ 3262-75. Отвод бытовых стоков от санитарных приборов запроектирован сетью хоз.бытовой канализации. Внутренняя сеть канализации запроектирована из чугунных канализационных труб 50мм и 100мм по ГОСТу 6942.3-80.

Для отвода дождевых вод с кровли административно-бытового корпуса запроектирована сеть внутренних водостоков. Расчетный расход дождевых стоков определен по формуле 6:

$$Q_3=(P_3*q)/10000, \quad (6)$$

где  $Q_3$ - расход дождевых вод, л/с;

$P_3$ – площадь водосбора, м<sup>2</sup>;

q- интенсивность дождя ,л/с.

$$Q_3=(504*70)/10000=3,52\text{л/с.}$$

Конструктивно принимаем 4 водосточные воронки. Внутренние водостоки выполнены из полиэтиленовых канализационных труб 100мм по ГОСТУ 22689.3-77 и чугунных канализационных труб 100 мм по ГОСТу 6942.3-80.

### **Моечный корпус.**

В моечном корпусе производится внутренняя мойка и наружный обмыв кузовных машин. Внутренняя мойка предусматривается моечной установкой М-602. Тип установки струйная тупиковая, производительность 10 м<sup>3</sup>/час. Мойка производится горячей водой t=60<sup>0</sup>С. Для этих целей предусматривается бак горячей воды емкостью 7,5м<sup>3</sup> размерами 3000x1875x1510 (К), расположенный на отметке 3.000 метра.

Режим возки мусора на завод составляет 10,5 час. В час пик на завод прибывает 5 кузовных машин, в сутки -50 машин. Расход воды на мытье 1 машины составляет 800 литров.

Суточный расход вычисляется по формуле 7:

$$D_{\text{сут.}}=a*K, \quad (7)$$

где D<sub>сут.</sub>- суточный расход воды на мытье машин;

a- расход воды на мытье 1 машины, м<sup>3</sup>;

K- количество машин.

$$D_{\text{сут.}}= 0,8 * 50=40,0 \text{ м}^3.$$

Для наружного обмыва кузовных машин предусмотрена моечная установка М-Ш2. Тип установки: передвижная, шланговая, производительностью 80 л/мин. Продолжительность мойки – 5-6 минут. Расчетные расходы воды стоков принимаются из расчета 1 моечной установки М-602.

Моечный корпус работает для ежедневной мойки машин только в теплое время года, т.е. 110 дней в году. Остальные 185 дней производится мойка машин, идущих в ремонт. Расход воды определен из расчета мытья внутри и снаружи 1-ой машины и составит 1200 литров.

Стоки от мойки поступают на очистные сооружения производительностью 3л/с по т. п.902-2-418.86 с концентрацией загрязнений по взвешенным веществам (в.в.) - 3000мг/л, по н.п.-70мг/л, по ШК-80мг/л.

Далее очищенные стоки сбрасываются в бытовую канализацию.

Отвод дождевых вод с кровли здания осуществляется сетью внутренних водостоков. Расчетный расход определен по формуле 8

$$Q_4=(P_4*q)/10000, \quad (8)$$

где  $Q_4$ - расход дождевых вод, л/с;

$P_4$ - площадь водосбора, м<sup>2</sup>;

$q$ - интенсивность дождя ,л/с.

$$Q_4=(216*70)/10000=1,51 \text{ л/с.}$$

Внутренние водостоки запроектированы из полиэтиленовых труб 100мм по ГОСТ 22689.3-77 и стальных труб 108х3т0 по ГОСТ 10705-80

## **ГЛАВА 3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ И РЕШЕНИЙ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКИХ ОТХОДОВ ОАО «ЗПБО»**

### **3.1 Совершенствование локальных очистных систем ОАО «ЗПБО»**

Анализ состава сточных вод ЗПБО показал преобладание в жидких отходах органических веществ. Поэтому наиболее перспективным методом будет являться биологический метод очистки. А самое экономическое и экологическое допустимое решение – это использование биофильтра.

Для совершенствования очистки мы предлагаем простой комплекс, состоящий из механической доочистки (отстойник) и биофильтра. В результате такого ЛОС, вода хорошо очистится для дальнейшего использования на предприятии.

Образующийся осадок после очистки, перерабатывается методом компостирования.

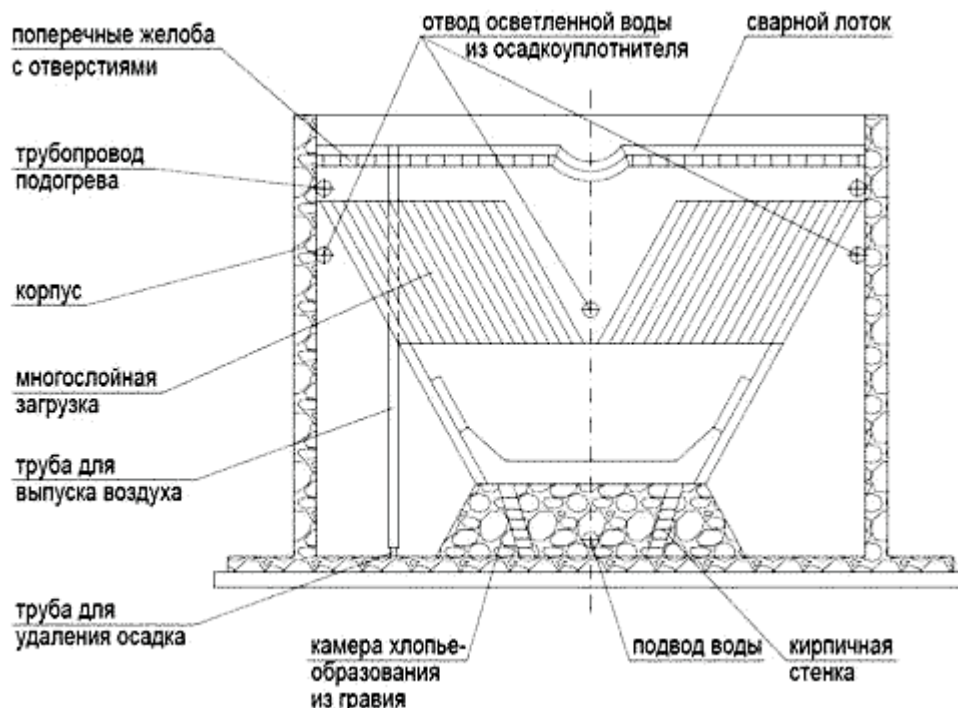
Широкое внедрение методов локальной очистки сточных вод, осуществляет обязательную доочистку загрязненных органическими веществами и нефтепродуктами сточных вод на биологических очистных сооружениях.

Поэтому предусматривают отстойники, в которых происходит отстаивание шлама и дополнительное усреднение сточных вод. Для предотвращения аварий, загораний и взрывов на локальных очистных сооружениях.

Отстойник-это накопительная ёмкость, которая используется для сбора канализационных и сточных вод, а также для их первичной механической очистки. Они используются как в промышленных масштабах, так и в индивидуальных хозяйствах.

На стадии доочистки, из воды под действием гравитационных сил извлекаются механические примеси, взвешенные вещества, начинается процесс биологической очистки. При использовании отстойника происходит осаждение примесей.

В данной разработке мы предлагаем использовать тонкослойный отстойник. Его вид представлен на рисунке 2.



**Рисунок 2 - Тонкослойный отстойник**

Тонкослойный отстойник - это сооружение для очистки воды прямоугольной формы, объем, которого разделен наклонными параллельными пластинами на отдельные слои-ярусы. В каждом из них происходит отстаивание воды, а благодаря наклону пластин удаление (сползание) выделенного осадка. Процесс осаждения примесей происходит в малом по толщине слое воды. Такая конструкция позволит быстрее осадить смесь, а собранные примеси будут сползать по ярусам в камеру хлопьеобразования.

Угол наклона пластин во многом влияет на эффективность очистки стоков в отстойнике. Наиболее выгодная величина в пределах 45-60 °С. При меньшем угле наклона ярусы могут забиться, и возникнет необходимость их часто промывать. При большом угле наклона пластин осадок слишком быстро сползет, что может вызвать нежелательные эффекты.

Тонкослойный отстойник конструируется из полужесткой полимерной пленки. Размер конструкции принимаем от 1x1 м до 1,5x 1,5 м. Такие разме-

ры оптимальны с точки зрения монтажа и эксплуатации. Высоту каждого ячеистого элемента принимаем от 3 до 5 см.

Один из основных элементов отстойника – это узел распределения воды между ярусами. Недостаточное распределение потока воды резко снизит эффективность очистки. Из-за того, что увеличивается скорость ее движения в одних ярусах за счет снижения в других. В связи с этим снизится и производительность тонкослойного отстойника, а также и экономическая неэффективность его применения.

Тонкослойный отстойник компактный и не требует большой площади от очистных сооружений. Преимущество заключается в том, что наличие параллельных пластин позволяет равномерно распределить поступающий поток воды и сохранить это распределение по всей длине. Следовательно, в отстойниках коэффициент использования объема гораздо выше.

Доочистка сточных вод служит промежуточной стадией в циклической схеме водооборота.

Основные решения в вариантах циклической схемы очистки и повторного использования сточных вод заключаются в следующем:

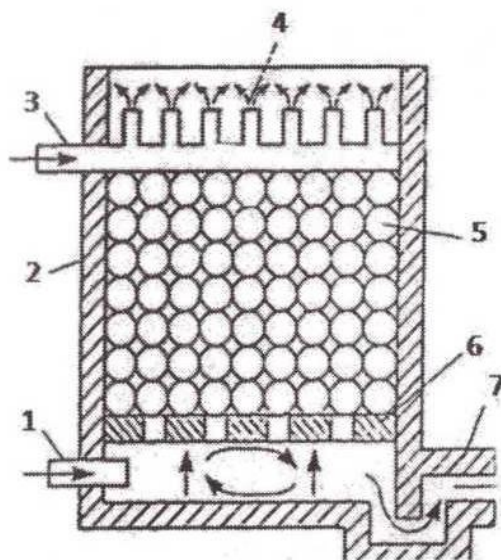
- 1) Во всех системах предусмотрены рециклы сточных вод с наличием локальных очистных установок на определенной ступени рецикла;
- 2) Сброс в общезаводскую канализацию разрешен только для стоков, которые нельзя повторно использовать в данном производстве, но которые можно очистить на общезаводских очистных установках;
- 3) Все сточные воды разделены на самостоятельные потоки хозяйственно-бытовые, органозагрязненные, сильноминерализованные, и ливневые [17].

После тонкослойного отстойника воды перетекают в биофильтр.

Биофильтр – это сооружение, в котором сточная вода фильтруется через загрузочный материал, покрытый биологической пленкой, образованной колониями микроорганизмов. Он состоит из:

- а) Фильтрующей загрузки из шлака, гравия, керамзита, щебня, пластмасс, асбестоцемента, помещенной в резервуар;
- б) Водораспределительного устройства, которые обеспечивает равномерное орошение сточной водой поверхность загрузки биофильтра;
- в) Дренажного устройства для удаления профильтровавшейся воды;
- г) Воздухораспределительного устройства, с помощью которого поступает воздух, необходимый для окислительного процесса.

Для дальнейшей очистки наиболее выгодно использовать биофильтр с объемной загрузкой, представленный на рисунке 3.



1 - подача воздуха, 2 - корпус аппарата, 3 - подача сточной воды, 4 - водораспределительное устройство, 5 - загрузочный материал, 6 - опорные решетки, 7 - отвод очищенной воды

### Рисунок 3- Биофильтр с объемной загрузкой

В биофильтре с объёмной загрузкой сточная вода подается в виде капель или струй. Естественная вентиляция воздуха осуществляется через открытую поверхность. Такой биофильтр имеет низкую водную нагрузку 0,5-2 м<sup>3</sup> на 1 м<sup>3</sup> объема загрузочного материала в сутки. Размер фракций загрузки 20-40 мм. Пропускная способность не более 1000 м<sup>3</sup>/сут. Предназначается для полной биологической очистки сточных вод с БПК очищенной воды до 15 мг/л.

Принцип работы биофильтра:

- Сточная вода, очищенная в тонкослойном отстойнике, периодически поступает на поверхность биофильтра;
- Профильтровавшись через толщу загрузки, вода проходит через дренажную систему, а затем по днищу стекает к отводным лоткам, которые располагаются за пределами биофильтра.

Загрязненная вода, проходящая через загрузку биофильтра, оставляет нерастворенные примеси, не осевшие в отстойнике, растворенные органические и коллоидные вещества. На поверхности загрузки образуется биологическая пленка, состоящая из микроорганизмов. С их помощью разлагаются органические вещества. По мере загрязнения биофильтр нужно периодически очищать. Сточные воды нужно подавать в фильтр постепенно, иначе большой напор может погубить полезные бактерии.

В качестве фильтрующего слоя предполагается использовать комплекс, состоящий из разных видов загрузочного материала: щебня, керамзита и опилок с биопрепаратом. Данные загрузочные материалы обладают малой пористостью и шероховатостью поверхностей, тем самым влияют на создание условий для образования достаточной толщины слоя биопленки, это помогает воздуху свободно циркулировать в теле биофильтра и препятствует его заиливанию.

Несмотря на небольшие объемы загрузки различные виды материалов и наличие биопленки обуславливают значительную удельную поверхность поглощения загрязняющих веществ ( $150\text{--}250 \text{ м}^2 / \text{м}^3$ ), тем самым определяя высокие скорости удаления загрязнений.

Биопленка представляет собой два слоя микробиологических сообществ: внешнего (анаэробного) и внутреннего (аэробного). Микроорганизмы биопленки обладают высокой ферментативной активностью и способностью окислять органические загрязнения до простых составляющих, воды и углекислого газа. Таким образом, проходя через разные слои загрузочного мате-



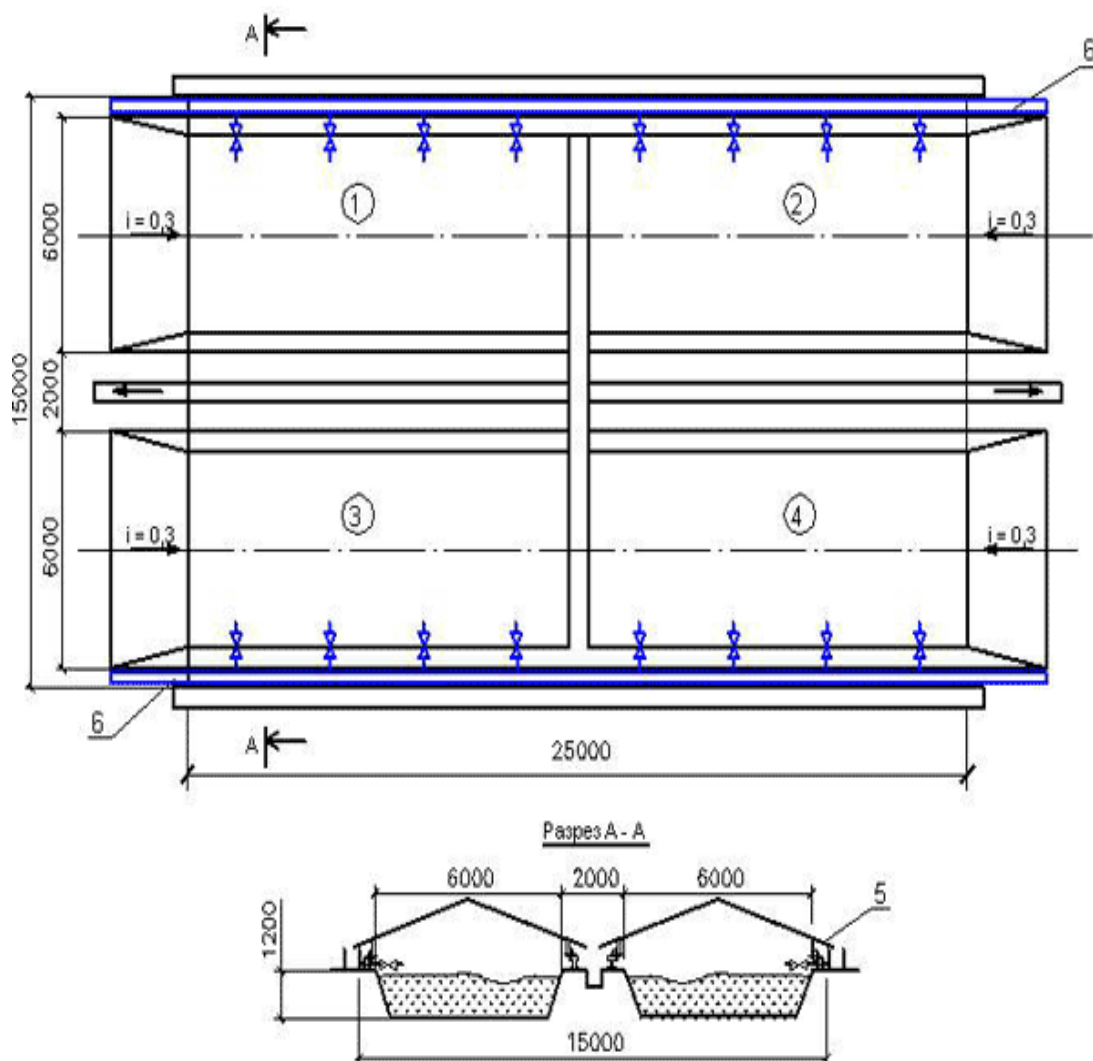
риала, покрытого биопленкой, воды хорошо очищается от разных загрязнений. И может вторично использоваться.

Углеродсодержащие опилки являются природным материалом, хорошим сорбентом и отличным субстратом для наращивания биопленки. Кроме того, они являются источником углерода для микроорганизмов биопленки. После использования в биофильтре опилки можно утилизировать методом компостирования. Они не требуют дополнительных затрат на регенерацию.

Таким образом, простая и доступная, компактная конструкция биофильтра с комплексом послойно расположенных загрузочных материалов, позволит эффективно очищать небольшие объемы сильно загрязненных органикой сточные воды мусороперерабатывающего предприятия ОАО «ЗПБО», тем самым обезвреживая их и возвращая на производство.

### **3.2 Разработка систем биологической очистки и компостирования жидких отходов ОАО «ЗПБО»**

В компосте содержатся органические соединения, минеральные продукты распада, некоторое количество живых микроорганизмов и продукты химического взаимодействия этих компонентов. Для получения компоста из обезвреженного осадка, мы предлагаем траншеи. Схема площадки компостирования изображена на рисунке 4.



1, 2, 3, - траншеи для заполнения обезвоженным осадком в смеси с торфом (грунтом), 4 - резервная траншея для торфа (грунта), 5 - навес для защиты компоста от атмосферных осадков, 6 - система увлажнения компоста.

**Рисунок 4 - Схема площадки компостирования**

Каждая траншея разделена поперечной перегородкой на две равные секции (всего 4 секции). Секции имеют навес, который служит для защиты от дождя. Траншеи выполнены из железобетона. Осадок выгружается в секцию траншеи слоем 60-65см, после чего присыпают наполнителем (землей, торфом, листвой). Слой наполнителя должен быть 25-30см сверху и по бокам для обеспечения процесса дальнейшего компостирования. Завершающий верхний слой засыпается наполнителем толщиной не менее 30см. После за-

сыпки первой секции приступают к загрузке остальных секций, по вышеуказанной технологии.

Готовый компост представляет собой в первую очередь средство для улучшения структуры почвы, отсюда следует, что его можно использовать для удобрения лесопарков, лесных массивов, участков для выращивания декоративных насаждений. При добавлении компоста в почву, выделяются основные питательные вещества для растений - N, P, K, микроэлементы. Органические вещества, внесенные в почву, разрушаются за несколько лет, следовательно, компост можно добавлять в почву каждые 2 года.

Пройдя все стадии очистки, обезвреженный осадок попадает на площадку компостирования, где происходит дальнейшее разложение на минеральные продукты. А очищенная вода поступает обратно на предприятие. Предлагаемая схема комплекса изображена на рисунке 5.



**Рисунок 5- Предлагаемая схема обезвреживания и переработки жидких отходов ОАО «ЗПБО»**

Основными преимуществами данного метода являются:

1) Экономическая выгода. Стоимость очистки стоков намного ниже, чем у станций с химическим и механическим методом. Наличие природных материалов для загрузки биофильтра опилки, керамзит, щебень и их невысокая стоимость.

2) Надежность. Данный комплекс не требует регулярной закупки расходных материалов. Не требуется подкачка воздуха (использование насоса для вентилирования). Равномерное орошение водой поверхности грузочного материала.

3) Экологичность. В отличие от станций с химическим методом очистки, в предложенном комплексе не нужно регенерировать отработанные реагенты. Для загрузки биофильтра применяются натуральные природные материалы щебень и керамзит, вырабатываемые из осадочных горных пород и опилки, которые являются остатками деревообработки.

4) Ресурсосбережение. Очищенная вода возвращается на производство. Не требуется затрат на электричество.

5) Высокая степень очистки сточных вод может достигать по БПК до 90%.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Жидкие отходы – это реальная проблема, требующая решения на многих предприятиях. Как правило, жидкие отходы являются трудноутилизируемыми и представляют серьезную угрозу окружающей среде ввиду высокой токсичности. Жидкие отходы гораздо сложнее извлекать из производственного цикла и транспортировать для очистки. Для переработки подобных отходов нужно строить специальные очистные сооружения или разрабатывать адекватные решения для их обезвреживания и вторичного использования. Эффективное решение проблемы их очистки имеет решающее значение в охране окружающей среды. Она приобретает всё большую значимость в связи с накоплением и возрастающим негативным антропогенным воздействием жидких отходов.

Среди предприятий, где необходимы новые технологии утилизации и обезвреживания жидких отходов и совершенствование локальных очистных сооружений являются мусороперерабатывающие предприятия. К жидким отходам таких предприятий относятся хозяйственно-бытовые стоки, производственные сточные воды, осадки очистки сооружений биологической и физико-химической очистки сточных вод.

На примере ОАО «ЗПБО» был проведен анализ и предложено техническое решение обеззараживания и переработки жидких отходов данного предприятия.

Теоретический анализ показал, что проблема обезвреживания и переработки жидких отходов является особенно актуальной и требует новых эффективных решений, так как жидкие отходы сточных вод представляют собой высококонцентрированные растворы органических веществ, многие из которых токсичны и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Анализ методов и способов обезвреживания жидких отходов сточных вод позволил выделить в качестве более перспективного метода очистки - биологический способ переработки.

На основе биологического метода и анализа, существующих ЛОС, был предложен комплекс для переработки жидких отходов состоящий из: отстойника, биофильтра и компостера.

Разработанный технологический комплекс ориентирован на небольшие объемы сильно загрязненных сточных вод, которые наблюдаются на ОАО «ЗПБО». Данный способ отличается экономической доступностью, высокой эффективностью, за счет использования разных видов сорбентов.

Положительной стороной разработанного метода является его безотходность и вторичная переработка углеродсодержащего материала (опилок) методом компостирования.

В результате применения данного технологического комплекса, повысится эффективность биологической очистки, а осадки сточных вод из загрязняющих веществ, преобразуются в полезные продукты.

Таким образом, данная технология имеет высокий ресурсосберегающий потенциал, возвращает для вторичного использования воду и позволяет получить новые полезные вещества - компост, который можно использовать для плодородия почв. Вторичное использование переработанных жидких отходов мусороперерабатывающего предприятия ОАО «ЗПБО» их негативное воздействие на окружающую среду минимизируется.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акимова Т.А., Хаскин Т.В. Экология: Учебник для вузов. - М.: ЮНИТИ. 1999г.
2. Арзамасцев А.П. (ред.) Основы экологии и охраны природы. Учебник для фармацевтических вузов и факультетов. - М: Медицина, 2008. - 416 с.
3. Биологическая очистка сточных вод. [Электронный ресурс] URL:<http://septikland.ru/septiki/biologicheskaja-ochistka-stochnyh-vod.html> (дата обращения 09.04.2016).
4. Бобович Б.Б. Процессы и аппараты переработки промышленных отходов. Учебное пособие. - Москва, МГТУ «МАМИ», 2008.- 110 с.
5. Бобович Б.Б. и Девяткин В.В., «Переработка отходов производства и потребления», М2000г.
6. Болтыров В.Б. Опасные природные процессы [Электронный ресурс]: учеб.пособие/ В.Б. Болтыров. - М.: КДУ, 2010. - 292 с.
7. Большаков В.Н., Литунов И.Н. и др. Экология/ Под ред. Г.В.Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. М., 2000.
8. Вайсман Я.И. и др. Прессование твердых бытовых отходов: учебное пособие/Я.И. Вайсман, В.Н.Абрамов, В.Н. Коротаев. - Перм.гос.техн.ун-т. Пермь, 2005.-104 с.
9. Васильев А.В. Обеспечение экологической безопасности в условиях городского округа Тольятти: учеб. пособие/А.В. Васильев. - Самара: Самар. науч. центр РАН, 2012. - 200 с.: ил. - Библиогр.: с. 200.
10. Ветошкин А.Г. Процессы инженерной защиты окружающей среды (теоретические основы): учебное пособие/ А.Г. Ветошкин - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2004. - 211с.
11. Голицын А.Н. Промышленная экология и мониторинг загрязнения природной среды. Учебник. - М.: Оникс, 2007. - 336 с.

12. Голубев Г.Н. Основы геоэкологии: учебник/ Г. Н. Голубев. - Москва: КНОРУС, 2011. - 351 с.
13. Горелов А.А. Экология. Учебник для студентов высших учебных заведений. - М.: Академия, 2009. - 400 с.
14. Горелов Е.М. «Сточные воды или жидкие отходы?» [Электронный ресурс] URL: [http://urebecoRu/stati\\_i\\_dokladi/stochnie\\_vodi\\_ili\\_gidkie\\_othodi](http://urebecoRu/stati_i_dokladi/stochnie_vodi_ili_gidkie_othodi)(дата обращения 23.05.2016).
15. Городков А.В. Экология визуальной среды: учеб.пособие/ А.В. Городков, С.И. Салтанов. - Изд. 2-е, перераб. и доп. - СПб. [и др.] : Лань, 2013. - 203 с.
16. Гридэл Т.Е., Алленби Б.Р. Промышленная экология. - М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. - 527 с.
17. Гутенев В.В. (Ред.) Экология города. Учебник для вузов Минобразования РФ. - М.-Волгоград: ПринТерра-Дизайн, 2010. - 816 с.
18. Дмитренко В.П. Экологический мониторинг техносферы: учеб. пособие / В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – СПб. [и др.]: Лань, 2012. - 364 с.
19. Другов Ю.С. Мониторинг органических загрязнений природной среды: 500 методик: практ. руководство/ Ю.С. Другов, А.А. Родин. - 2-е изд., доп. и перераб. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 893 с.
20. Душкин С.С., Коваленко А.Н., Дегтярь М.В., Шевченко Т.А. Ресурсосберегающие технологии очистки сточных вод. Монография. - Х.: ХНАГХ, 2011. -146 с.
21. Жидкие отходы [Электронный ресурс] URL:<http://www.musorl.ru/articles/zhidkie-othody> (дата обращения 25.05.2016).
22. Зенин Ю.Н. (пресс.) Проблемы безопасности при ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций 2012.Сборник статей по материалам всероссийской научно-практической конференции. 21 декабря 2012 года./ ФГБОУ ВПО Воронежский институт ГПС МЧС России. - Воронеж, 2012. - 380 с.



23. ЗПБО, ОАО Завод по переработке твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] URL: [http://www.yell.ru/tolyatti/com/zpbo-oao-zavod-po-pererabotke-tverdyih-byitovyih-othodov\\_1493725](http://www.yell.ru/tolyatti/com/zpbo-oao-zavod-po-pererabotke-tverdyih-byitovyih-othodov_1493725)(дата обращения 09.04.2016).
24. ЗПБО, ОАО Завод по переработке твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] URL: <http://toliatty.ru/firmy-tolxyatti/zavod-pererabotki-othodov.html>(дата обращения 09.04.2016).
25. ЗПБО, ОАО Завод по переработке твердых бытовых отходов [Электронный ресурс] URL: <http://zpbo.ru>(дата обращения 09.04.2016).
26. Искусство и наука компостирования. [Электронный ресурс] URL: <http://cbio.ru/page/51/id/3976>(дата обращения 10.04.2016).
27. Калыгин В.Г. Промышленная экология: учеб пособие для студентов вузов/В.Г. Калыгин.- М.: Академия, 2004.-432 с.
28. Коньк О.А., Кузиванова А.В. Технологии переработки твердых отходов. Учебное пособие. - Сыктывкар: СЛИ, 2013. - 202 с.
29. Коробкин В.И. Экология: учеб.для вузов/ В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. - Изд. 12-е, доп. и перераб.; Гриф МО. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 602 с.
30. Лифшиц А.Б. Современная практика управления твердыми бытовыми отходами. - Чистый город, № 1(5), 1999. С. 2-14.
31. Локальные системы очистки. [Электронный ресурс] URL: <http://www.agk-eco.ru>(дата обращения 11.04.2016).
32. Лотош В.Е. Переработка отходов природопользования. Учебное издание, Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с.
33. Маврищев В.В. Основы экологии. Учебник. 3-е изд., испр. и доп. - Минск: Выш. шк. , 2007. - 447 с.
34. Мягков М.И., Алексеев Г.И., Ольшанецкий В.А., Твердые бытовые отходы, Л-д, Стройиздат, 2000, с.51, 69.
35. Мазур И.И. и др., «Инженерная экология, Т 1: Теоретические основы инженерной экологии», 1996г.

36. Методы очистки сточных вод. [Электронный ресурс] URL:<http://mediana-eco.ru/information/methods> (дата обращения 12.04.2016).

37. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Краткий курс общей экологии. Часть II: Экология экосистем и биосферы. Учебник. - Уфа: Изд-во БГПУ, 2011. - 180 с.

38. Николайкин Н.И. Экология: Учебник для вузов - Изд. 6-е, испр. - / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина; О.П. Мелехова.- М: Дрофа; 2008.- 624 с.

39. Новиков Ю.В. Экология, окружающая среда и человек: Учебное пособие для ВУЗов, а также учащихся средних школ и колледжей. - М.: ФАИР-ПРЕСС, 1999. –320с.

40. ОАО «ЗПБО». [Электронный ресурс] URL:[http://www.zpbo.ru/o\\_nas](http://www.zpbo.ru/o_nas)(дата обращения 15.04.2016).

41. Об отходах производства и потребления. Федеральный закон от 24 июня 1998 года N 89-ФЗ, принят Государственной Думой.

42. Организация системы обращения с отходами. [Электронный ресурс] URL:<http://waste-nn.ru/organizatsiya-sistemy-obrascheniya-s-othodami> (дата обращения 20.04.2016).

43. Охрана окружающей среды: учеб.для студентов вузов, обуч. по направлению «Экология и природопользование»/ Я. Д. Вишняков [и др.]; под ред. Я.Д. Вишнякова. - Гриф УМО. - Москва: Академия, 2013. - 284 с.

44. Переработка органических отходов. [Электронный ресурс] URL:<http://kaeler.com/home/carbage/envicont.html> (дата обращения 22.04.2016).

45. Переработка отходов и мусора - основное направление экологии в борьбе за чистоту планеты. [Электронный ресурс] URL:<http://greenologia.ru/othody/utilizaciya-i-pererabotka/problema-sovremennosti.html> (дата обращения 20.04.2016).

46. Почекаева Е.И. Экология и безопасность жизнедеятельности: учеб.пособие для студ. вузов/ Е.И. Почекаева ; под ред. Ю.В. Новикова. - Ростов н/Д: Феникс, 2010. - 557 с.
47. Прохоров Б.Б. Экология человека. Учебник для студентов вузов. - 5-е издание, стереотипное. - М.: Академия, 2010. - 320 с.
48. Русаков Н.В., Рахманин Ю.А. Отходы, окружающая среда, человек. - М., 2004.
49. Семенова И.В. Промышленная экология. Учебник для студ. ВУЗов. - М.: Издательский центр «Академия», 2009. - 528 с.
50. Сафонова Т.В. Экономика природопользования: учеб.-метод. комплекс/ Т. В. Сафонова; Ульянов. гос. техн. ун-т; Ин-т дистанционного образования. - ВУЗ/изд. - Ульяновск: УлГТУ, 2003. - 113 с.
51. Сидоренко Г.И., Красовский Г.Н., Жолдакова З.И. Гигиена и санитария, 1979, № 7, С.
52. Способы очистки сточных вод. [Электронный ресурс] URL:[http://strmnt.com/dom/comm/d-water/ochistka-stochnyx-vod.html#h2\\_0](http://strmnt.com/dom/comm/d-water/ochistka-stochnyx-vod.html#h2_0)(дата обращения 24.04.2016).
53. Ставров О.А. Промышленная экология. Конспект лекций для студентов специальности Инженерная защита окружающей среды. Часть 1. Учебное пособие. - М.: МАДИ (ГТУ), 2008. - 86 с.
54. Страхова Н.А. Экология и природопользование: учеб.пособие/ Н.А. Страхова, Е.В. Омельченко. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 253 с.
55. Схема водоснабжения и водоотведения городского округа Тольятти на период с 2014 до 2028 года. Система водоотведения ТОМ 2 № 745-14/67-ПЗ-НК [Электронный ресурс] URL: [http://www.tgl.ru/files/tinymce/tom-2\\_file\\_1422338459-2\\_file\\_1435815192.pdf](http://www.tgl.ru/files/tinymce/tom-2_file_1422338459-2_file_1435815192.pdf) (дата обращения 08.04.2016)
56. Типы сточных вод и методы очистки. [Электронный ресурс] URL:<http://enviropark.ru/course/category.php?id=9>(дата обращения 23.05.2016).

57. Тольяттинский завод по переработке твердых бытовых отходов. [Электронный ресурс] URL:<http://waste.samgtu.ru/node/47> (дата обращения 23.04.2016).
58. Ульянов О.В., О существующих методах обезвреживания твердых бытовых отходов//Экологический бюллетень «Чистая земля», Владимир, Спец. выпуск, №1, 1997, с.22-27.
59. Утилизация жидких бытовых отходов. [Электронный ресурс] URL:[http://bioec.ru/articles/stati\\_FAQ/utilizaciya-zidkih-bitovih-othodov.html](http://bioec.ru/articles/stati_FAQ/utilizaciya-zidkih-bitovih-othodov.html) (дата обращения 24.05.2016).
60. «Утилизация твердых отходов», под ред. А.П. Цыганкова. - М.: Стройиздат, 1982г.
61. Ченцова Л.И. и др. Очистка и переработка промышленных выбросов и отходов. Учебное пособие к курсовому и дипломному проектированию. - Красноярск: СибГТУ, 2012. - 250 с.
62. Что такое компостирование (био-переработка) [Электронный ресурс]URL:<http://musora.bolshe.net/news/blogs/что-такое-компостирование.html> (дата обращения 21.04.2016).
63. Щербо А.П. Управление отходами населенных мест: экологические и гигиенические аспекты. - СПб.2002.
64. Экологическая проблема отходов. [Электронный ресурс] URL:<http://www.ecoproblems.org/2011/10/blog-post.html>(дата обращения 22.04.2016).
65. Яковлев В.А., Лихачев Ю.М., Гусаров В.В., Данилевич Я.Б., Пегова И.С., Семин Е.Г. Выбор оптимальных технологий переработки твердых бытовых отходов.// Сб. трудов «Комплексная переработка твердых бытовых отходов - наиболее передовая технология». - СПб., 2001.
66. Яковлев С.В., Карелин Я.А., Ласков Ю.М. Очистка производственных сточных вод. М.: Стройиздат, 1985.