

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению практических занятий  
по дисциплине «Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов»  
для студентов очной/заочной формы обучения  
направления подготовки

18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и  
биотехнологии

Методические указания разработаны в соответствии с требованиями ФГОС ВО и рабочей программы дисциплины «Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов». Указания предназначены для студентов очной/заочной формы обучения направления подготовки 18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии.

Содержат основные разделы изучаемого теоретического материала, перечень вопросов необходимых для проработки, а также список рекомендуемой литературы.

Составители

Е.В. Вернигорова, старший преподаватель.

Отв. редактор

Т.С. Чередниченко, канд.хим.наук

## **Практическое занятие №1. Виды отходов производства.**

Цель: изучить виды обращения с отходами производства и потребления

На территории России функционирует огромное количество заводов и производств. Они производят бытовые мелочи, транспорт, строительные материалы, одежду, технику и многое другое. Но всех их объединяет одно – промышленные отходы.

Промышленные отходы – это совокупность химических веществ, мусора, материалов, деталей, которые появляются в процессе производства.

Отходы производств различаются по следующим критериям:

- источник образования – это та отрасль, от которой они получены;
- стадия промышленного цикла, на которой они были получены;
- воздействие на окружающую среду, здоровье человека;
- агрегатное состояние;
- показатели количества;
- возможность получения из них вторичного сырья;
- пригодность для конкретных методов переработки.

Порядок определения класса, вида мусора, его сортировки, последующей переработки, утилизации закреплен в Федеральном законе от 26 июня 1998 года №89-ФЗ.

### **Отличия производственных отходов от бытовых**

Согласно Федеральному Закону весь мусор, полученный в ходе жизнедеятельности людей, можно разделить на несколько групп, главные из которых – промышленные и бытовые отходы.

1. Промышленные – это готовый, однородный продукт, который не требует предварительной сортировки.
2. Бытовые, напротив, являются смесью различных материалов, отличающихся по размерам, физико-механическим характеристикам. Перед утилизацией или вторичной обработкой они проходят стадию сортировки.

Главное отличие – различные способы переработки. Не все существующие методы утилизации отходов производства могут быть применены для бытового мусора. И наоборот.

### **Классификация промышленных отходов**

Промышленный мусор обычно классифицируют по его агрегатному состоянию. По виду подбирается метод обработки или утилизации, присваивается класс опасности.

Порядок утилизации устанавливается законодательством РФ. Кроме того, имеется нормативная документация, которая закрепляет предельно допустимые размеры образования отходов. Это особенно важно, если при осуществлении производственных циклов выделяются вредные химические вещества, опасные для здоровья работников, окружающей среды.

### **Жидкие**

Жидкие промышленные отходы образуются при переработке сырья, топлива, смазочных жидкостей. Они представляют собой совокупность электролитов, химических, горюче-смазочных веществ.

К ним относят:

- составы, имеющие радиоактивные свойства;
- вещества для смазки, имеющие плотную, жирную консистенцию;
- эмульсии – это особые дисперсные системы, где капли жидкости распределены в других жидкостях;
- синтетические масла.

Утилизировать их очень сложно, поэтому разрабатываются специальные мероприятия по вторичной переработке, позволяющие получить сырье, топливо или другие виды материалов.

### **Твердые**

Твердые промышленные отходы – это неиспользованная часть сырья и материалов, а также остатки переработки. Обычно встречаются на предприятиях перерабатывающих металл, резину, пластмассы, древесину.

Дальнейшее использование таких отходов производство нецелесообразно, поэтому их отправляют на переработку. В этой связи различают:

- ценный вторичный продукт – отходы из которого можно получить продукцию высокого качества после обработки;
- возвратный, утративший первоначальные свойства, но пригодный для других технологических циклов;
- невозвратный, перевозимый на полигоны.

К ТПО также относят пасты, которые получают на предприятиях нефтяной промышленности. Они не относятся к жидким, поскольку имеют вязкую, плотную консистенцию с примесями, сгустками.

### **Газообразные**

Газообразные промышленные отходы обычно встречаются на химических, газовых производствах, где технологический процесс подразумевает использование летучих материалов. К ним относятся:

- газы, которые не вступили в химическую реакцию;

- газы, получившиеся в ходе окислительных процессов;
- сжатый воздух от компрессионных машин, используемых для сушки, нагрева, продува, охлаждения;
- потоки пыли, газа с производства;
- дым от котельных, литейных производств, металлургических предприятий.

Предельно допустимая концентрация таких выбросов нормируется санитарными нормами. Это контролируется соответствующими государственными органами.

### **Классы опасности промышленных отходов**

Промышленные отходы, впрочем, как и все остальные, делятся по следующим классам опасности:

1 – чрезвычайно опасные	Это вещества, материалы, обладающие токсичными свойствами. Они потенциально опасны для жизни человека, окружающей среды.
2 – очень опасные	Оказывают неблагоприятное воздействие за счет содержания в высокой концентрации тяжелых металлов.
3 – опасные	Пагубное воздействие от выбросов сохраняется до 10 лет. Это пастообразные виды, масла, эмульсии.
4- малоопасные	Негативное воздействие от контакта с веществами сохраняется от 3 до 5 лет. Это продукция нефтяных и строительных производств.
5 – безопасные	Это коммунальные выбросы, которые никак не влияют на человека, экологию.

Из-за этого важно соблюдать правила обращения с отходами, правильно их перерабатывать или утилизировать.

### **Правила обращения с промышленными отходами**

В соответствии с Федеральным Законом 89-ФЗ каждое предприятие должно разработать правила обращения с отходами. Это техническая документация, в которой отображается следующее:

1. Способы контроля.
2. Порядок сбора.
3. Места и условия накопления.

4. Действия по вывозу.
5. Передача на вторичную обработку или утилизацию.
6. Мероприятия по обезвреживанию.

Данный документ проверяется органами Экологического надзора. Кроме того, он должен быть согласован с Росприроднадзором и Министерством природных ресурсов субъекта, где расположено данное производство.

### **Задание:**

1. Приведите конкретные примеры промышленных отходов по степени их опасности.

### **Контрольные вопросы:**

1. Чем отличается утилизация от переработки отходов.
2. Что такое предварительная сортировка отходов. Как ее осуществить.
3. Что такое пиролиз и его основные виды.
4. Когда уместно применять компостирование отходов.
5. Принципы работы мусоросжигательных заводов и их экономическая эффективность.
6. Земельная засыпка отходов и правила ее организации.

### **Практическое занятие №2.**

#### **Методы переработки промышленного мусора.**

Цель: изучить опасные свойства отходов.

#### **Способы утилизации промышленных отходов, которые нельзя переработать**

Всё, что нельзя переработать отправляется на утилизацию. Утилизировать отходы можно двумя способами: захоронение и сжигание.

#### **Захоронение**

Промышленные твердые отходы предварительно размещаются на специализированных полигонах. Это площадки, на которых проводят процедуру обеззараживания, нейтрализации для последующего захоронения. Для каждой категории устанавливается свое максимально допустимое время складирования, порядок захоронения.

Такой способ утилизации снижает риски протекания токсичных, вредных, потенциально опасных для экологии, жизни человека химических веществ. Их надежно изолируют, чтобы они не просочились в почву, а через нее в грунтовые или подземные воды.

## **Сжигание**

Твердые и пастообразные промышленные отходы можно утилизировать сжиганием. Но предварительно их фильтруют, по возможности отделяют опасные токсичные или взрывчатые соединения.

Сжигание осуществляется в специальных камерах – это обжиговые или многокамерные печи. Они также дополнены особыми устройствами – фильтрами, препятствующими проникновению ядовитых веществ в окружающую среду.

Горючие и взрывчатые соединения, которые невозможно сжечь в печах по технике безопасности, утилизируются посредством плазменных воздушных струй. Получаемую при этом энергию и газы можно использовать повторно для различных технологических циклов.

## **Методы переработки промышленных отходов**

С экологической точки зрения мусор лучше перерабатывать, получать вторичное сырье. Это снижает вероятность проникновения в воздух, почву, воду токсичных, опасных соединений.

Повторная обработка выгодна и для бизнеса, поскольку предоставляет сырье хорошего качества по более низкой цене.

## **Гетерогенный катализ**

Этот способ переработки используется для нейтрализации газообразных и жидких промтов. Выделяют три вида катализа:

1. Термокаталитическое окисление. Подходит для газов с малой концентрацией горючих примесей. Происходит при температуре 200-400°C в специальных установках.
2. Термокаталитическое восстановление. Применяется для газообразных отходов, содержащих нитрозные газы.
3. Профазное каталитическое окисление, используемое для испарений сточных вод.

В общей практике утилизации гетерогенный катализ применяется только как способ обеззараживания промышленных отходов.

## **Пиролиз**

Под пиролизом понимают разложение сложных химических веществ до простых под воздействием высоких давления и температур. Пиролиз ведется двумя методами:

1. Окислительный. Утилизация отходов посредством горения за счет активной подачи в камеры кислорода. Подходит для тех материалов, которые нельзя сжечь обычным способом: масла, присадки, сточные воды, пластмассовые изделия

2. Сухой. В данном случае доступ кислорода в камеры перекрывается, а в результате удается получить газы, жидкие продукты, углеродные осадки, которые могут служить вторичным сырьем.

Данные способы выгодны, поскольку не требуют больших затрат ресурсов.

### **Биохимические методы**

К биохимическим методам относят способы обеззараживания посредством особых микроорганизмов. В результате удается получить качественный органический продукт, например, удобрение для сельскохозяйственных культур.

Способ применяется для отходов 3-5 классов опасности. Сам процесс осуществляется на специализированных полигонах и в биометрических камерах.

### **Механические методы**

Механический метод обычно используется как подготовительный. Перед пиролизом или катализом материалы необходимо измельчить, разделить, сепарировать.

Сепарация ведется двумя способами:

- ситовой – грохочение;
- гидравлический, при котором разделение происходит по скорости оседания в воде.

### **Техника безопасности при работе с отходами производств**

Переработка и утилизация должны выполняться на специально оборудованных полигонах. Общие требования безопасности при этом следующие:

- при появлении признаков отравления воздуха, утечки токсичных веществ немедленно покинуть территорию;
- полигоны, на которых складировются потенциально взрывоопасные и горючие материалы, должны быть оборудованы средствами пожаротушения;
- на площадках, где складировются потенциально горючие материалы, запрещается курить;
- каждый работник должен знать правила техники безопасности, эвакуации.

Данные правила должны быть зафиксированы в соответствующей документации предприятия.

### **Задание:**

2. Приведите конкретные примеры промышленных отходов по степени их опасности.

3. Покажите в виде схемы любой способ переработки или утилизации промышленных отходов.
4. Заполните таблицу 1.

Таблица 1. Характеристики способов переработки отходов

№ п.п.	Способ переработки отходов	Преимущества способа	Недостатки способа
1.			
2...			

1. Что понимается под понятием «Рециклинг»? Дайте подробное описание процесса.
2. Почему важна вторичная переработка отходов? Приведите примеры.
3. Как различают медицинские отходы? Как их утилизируют?

### **Контрольные вопросы:**

1. Чем отличается утилизация от переработки отходов.
2. Что такое предварительная сортировка отходов. Как ее осуществить.
3. Что такое пиролиз и его основные виды.
4. Когда уместно применять компостирование отходов.
5. Принципы работы мусоросжигательных заводов и их экономическая эффективность.
6. Земельная засыпка отходов и правила ее организации.

### **Практическое занятие №3.**

#### **Классификация отходов по формам и видам**

Цель работы: изучить классификацию отходов по Федеральному классификационному каталогу (ФККО), кодирование происхождения и опасных свойства отходов; составить перечень отходов производства и потребления объекта (производственного подразделения) и разработать схему экологически безопасного обращения с отходами.

При производстве продукции и оказании некоторых видов услуг, а также в процессе жизнедеятельности человека образуются отходы.

**Отходы производства и потребления** – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Большинство видов промышленной продукции, включая сложные интеллектуальные конструкции представляют собой отложенный отход. По окончании жизненного цикла возникает вопрос о его захоронении или переработке.

Отходы различаются:

- по происхождению:
- отходы производства (промышленные отходы)
- отходы потребления (коммунально-бытовые)
- по агрегатному состоянию:
- твёрдые
- жидкие
- газообразные
- по классу опасности (для человека и / или для окружающей природной среды)

В соответствии с Законом РФ «Об отходах производства и потребления» выделяют следующие классы опасности для окружающей природной среды:

I класс - чрезвычайно опасные отходы

II класс- высокоопасные отходы

III класс- умеренно опасные отходы

IV класс- малоопасные отходы

V класс- практически неопасные отходы

Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС

Степень вредного воздействия отходов на ОПС	Критерии отнесения отходов к классу опасности	Класс опасности отхода
Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует.	1-й класс. Чрезвычайно опасные.
Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления	2-й класс.

	– не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия.	Высокоопасные
Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления – не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника.	3-й класс. Умеренно опасные
Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления – не менее 3 лет.	4-й класс. Малоопасные
Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена.	5-й класс. Практически неопасные

Виды обращения с отходами производства и потребления:

- *накопление /временное хранение* в специально отведенных местах на территории предприятия/организации;
- *размещение отходов* - хранение в специальных объектах размещения отходов с целью дальнейшего захоронения, обезвреживания и использования;
- *захоронение* – изоляция отходов, не подлежащих дальнейшему использованию в специальных хранилищах или полигонах захоронения в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду;
- *использование* отходов – применение отходов для производства товаров /продукции или получения энергии;
- *обезвреживание* отходов - обработка отходов в целях предотвращения вредного воздействия на человека и компоненты окружающей среды
- *транспортирование* отходов – перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или предоставленного им в аренду.

При производстве продукции целесообразно устанавливать технологический удельный норматив образования отходов – количество технологических отходов на единицу переработанного сырья или готовой продукции. Важно подчеркнуть, что на производство отходов также затрачивается большое количество материальных и энергетических ресурсов. Поэтому, с точки зрения экологии и экономики необходимо минимизировать количество отходов.

*Отходы 1-2 класса опасности захоронению не подлежат, их необходимо обезвреживать.*

Например, энергосберегающие ртутные лампы (1 класс опасности) подвергаются демеркуризации. Аккумуляторные батареи, содержащие свинец (2 класс опасности), перед переработкой также необходимо обезвредить в специализированной организации, удалив серную кислоту.

Обращение с отходами производится с соблюдением требований экологической безопасности.

В законе РФ «О лицензировании отдельных видов деятельности» указывается, что деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности подлежит лицензированию.

По своему составу отходы можно разделить на 3 группы

— вторичное сырье – это материалы и изделия или их часть, которые после первоначального использования могут применяться повторно в качестве исходного сырья или изделия, являются источником дополнительных материально-технических ресурсов и могут обеспечить получение прибыли;

— биоразлагаемые отходы– отходы пищевых и других природных органических веществ, могут быть переработаны в органические удобрения (компост), однако прибыль от реализации не всегда компенсирует затраты на переработку;

— неперерабатываемые отходы – не могут быть переработаны в полезную продукцию, либо затраты на такую продукцию слишком велики, в таком случае отходы образуют безвозвратные потери.

С точки зрения рентабельности наиболее коммерчески привлекательной является первая группа отходов. В странах с развитой экономикой и ограниченными природными ресурсами рациональное управление потоками отходов позволяет не только экономить площади, выделяемые по полигоны захоронения отходов, но и обеспечивать эффективную переработку отходов (recycling), то есть возвращать значительную долю веществ и материалов в хозяйственный оборот.

Эффективная переработка отходов невозможна без организации их раздельного (селективного) сбора в местах их образования. Это касается не только отходов производства, но и твердых бытовых отходов (ТБО). Так, система сортировки бытового мусора в жилых домах, действующая в Германии, позволяет получать следующие виды отходов: макулатуру, пластики, стекло, пищевые отходы. Остаток неотсортированных на местах отходах сортируется на мусороперерабатывающих предприятиях. В таких условиях на захоронение направляется минимальное количество отходов - не более 10% .

В России более 90% образующихся твердых бытовых отходов (ТБО) захоранивается. Анализ компонентного состава данного вида отходов показал, что перерабатываемые отходы составляют лишь 30%, вторичное сырье -35% и биоразлагаемые отходы -35% от общей массы. Ежегодно образуется более 40 млн тонн твердых бытовых отходов, в расчете на одного жителя страны-до 250 кг в год, что сопоставимо со среднеевропейскими показателями. Потенциал переработки ТБО во вторичное сырье в России оценивается в 14 млн т в год. Основной сложностью на пути переработки ТБО является отсутствие системы селективного сбора отходов.

Традиционные виды вторичного сырья – лом и отходы металлов, отсортированные отходы полимеров, текстиль, макулатура, стекло. Многокомпонентные и загрязненные отходы перерабатывать проблематично. Однако наличие в отходах ценных компонентов, например редких и драгоценных металлов, является мотивирующим фактором в организации соответствующих производств. Так, в последнее десятилетие появились технологии и производства по переработке бывших в употреблении изделий электротехнической промышленности, а также офисной техники. Организованы производства новых рулонных гидроизоляционных материалов из вторичного полиэтилена и резиновой крошки, полученной из изношенных автопокрышек.

Известна технология получения синтетических волокон и высококачественных тканей из бывших в употреблении бутылок, изготовленных из полиэтилентерефталата. В качестве вторичного сырья отходы наиболее полно используются в металлургии, целлюлозно-бумажной промышленности, при производстве строительных материалов.

По своему принципу и конечной цели методы обезвреживания и переработки делятся: на ликвидационные — решает санитарно-гигиенические задачи; утилизационные — решает задачи экономики и использования отходов как вторичных ресурсов. По технологическому принципу методы могут быть биологические, термические, химические и механические. Наиболее распространенными методами в России и за рубежом являются: складирование на полигонах (ликвидационный биолого-механический); сжигание (ликвидационный термический); компостирование (утилизационный биологический).

Сжигание отходов возможно только в специальных установках, оснащенных многоступенчатой газоочисткой. Неконтролируемое сжигание отходов как метод избавления от них может стать источником поступления токсичных веществ-продуктов сгорания отходов в окружающую среду и сделать ее опасной для биоценозов экосистем и человека. Распространение мелких мусоросжигательных заводов в 70-е годы 20 века в Европейских странах привело к загрязнению объектов окружающей среды в местах их расположения стойкими

органическими загрязнителями (бензпиреном, полихлорбифенилами) и тяжелыми металлами, что спровоцировало рост заболеваемости населения.

Обеспечение экологической безопасности при захоронении отходов

Захоронение части образующихся отходов является неизбежным. Несанкционированные свалки мусора и промышленных отходов наносят серьезный вред окружающей среде и здоровью населения. Современный полигон захоронения отходов, спроектированный с учетом требований экологически безопасного захоронения отходов, является объектом инженерной защиты окружающей среды. Среди этих требований

— гидроизоляция тела полигона для предотвращения загрязнения грунтовых вод фильтратом,

— отвод биогаза (метана), образующегося в толще биоразлагающихся отходов как продукт анаэробной деструкции органических веществ,

— послойная засыпка отходов грунтом и уплотнение отходов.

— При строительстве полигонов складирования ТБО важнейшими условиями являются следующие: наличие свободного участка с основанием на водоупорных грунтах;- уровень грунтовых вод ниже 3 м от поверхности площадки; наличие грунта или инертных отходов для изоляции ТБО; получение разрешения на высоту складирования (свыше 20 м); размещение полигона на расстоянии до 15 км от центра сбора ТБО. При выборе участка под полигон складирования ТБО должна быть проведена не только геологическая оценка территории, но и экономическая вариантность проработки полигона. Для каждого варианта подбирают земельный участок и устанавливают транспортные затраты по вывозу отходов, сроки действия полигона, обоснованные на обеспечение потребителей компоста.

Законодательство РФ в области охраны окружающей среды и здоровья населения запрещает сброс отходов производства и потребления, в том числе радиоактивных отходов, в поверхностные и подземные водные объекты, на водосборные площади, в недра и на почву;- размещение опасных и радиоактивных отходов на территориях, прилегающих к городским и сельским поселениям; размещение опасных и радиоактивных отходов в лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зонах, на путях миграции животных, вблизи нерестилищ и иных местах;- захоронение опасных и радиоактивных отходов на водосборных площадях подземных водных объектов, используемых в качестве источников водоснабжения. При строительстве заводов механизированной переработки ТБО одним из экономических показателей является наличие гарантированных потребителей компоста (органического удобрения или топлива) в радиусе до 20 км. При строительстве завода по

сжиганию ТБО с утилизацией тепловой энергии является гарантированное (круглосуточное и круглогодичное) потребление тепловой энергии.

#### Опасные свойства отходов

Отходы в своем составе могут содержать вредные вещества, обладающие опасными свойствами (токсичностью, взрывоопасностью, пожароопасностью, высокой реакционной способностью) или возбудителей инфекционных болезней, что представляет непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека. К обращению с такими отходами предъявляются специальные требования.

Отходы производства и потребления, образующиеся в процессе выполнения различных видов работ и услуг различаются по степени опасности для окружающей природной среды и человека. Предприятие, на котором образуются отходы, в соответствии с принятыми в РФ процедурами обязано провести идентификацию всех образующихся видов отходов с присвоением кода по ФККО и определить степень их опасности.

Тринадцатизначный код по ФККО определяет вид отходов, характеризующий их общие классификационные признаки. Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода; девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы (0 - данные не установлены, 1 - твёрдый, 2 - жидкий, 3 - пастообразный, 4 - шлам, 5 - гель, коллоид, 6 - эмульсия, 7 - суспензия, 8 - сыпучий, 9 - гранулят, 10 - порошкообразный, 11 - пылеобразный, 12 - волокно, 13 - готовое изделие, потерявшее потребительские свойства, 99 - иное); одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций (0 - данные не установлены, 1 - токсичность (т), 2 - взрывоопасность (в), 3 - пожароопасность (п), 4 - высокая реакционная способность (р), 5 - содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6 - т+в, 7 - т+п, 8 - т+р, 9 - в+п, 10 - в+р, 11 - в+и, 12 - п+р, 13 - п+и, 14 - р+и, 15 - т+в+п, 16 - т+в+р, 17 - т+п+р, 18 - в+п+р, 19 - в+п+и, 20 - п+р+и, 21 - т+в+п+р, 22 - в+п+р+и, 99 - опасные свойства отсутствуют); тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей природной среды (0 - класс опасности не установлен,

**Пример:**

**54100213 02 03 3**

**Масла гидравлические отработанные,  
не содержащие галогены**

**Агрегатное состояние**

**жидкое**

**3 класс опасности**

**пожароопасно**

К отходам 1-2 класса опасности относятся отходы, содержащие тяжелые металлы и их растворимые соединения (ртуть, ванадий, хром 6+, свинец), а также мышьяк, сильные минеральные кислоты и щелочи, некоторые виды асбеста, стойкие органические загрязнители (полихлорбифенилы, содержащиеся в некоторых марках трансформаторных масел, пестицидах, крезол).

Отходы 1-2 класса опасности не подлежат захоронению и должны быть обезврежены с соблюдением требований экологической безопасности и охраны труда по специально разработанной технологии.

Несоблюдение правил обращения с отходами может привести к острым отравлениям персонала и загрязнению объектов окружающей среды- почвы, грунта, поверхностных и подземных вод, воздушной среды. Загрязнение окружающей среды отходами и/или продуктами их сгорания/разложения может также спровоцировать рост заболеваемости населения, проживающего в зоне влияния объектов временного накопления, хранения и захоронения отходов.

В законе РФ «О лицензировании отдельных видов деятельности» указывается, что деятельность по обезвреживанию и размещению отходов I-IV классов опасности подлежит лицензированию. Лицензии, которая выдается при подтверждении выполнения следующих лицензионных требований по экологически безопасному осуществлению всех действий с отходами:

- осуществлять учет и установленную законодательством отчетность в сфере обращения с отходами;
- осуществлять контроль на всех этапах обращения с отходами;
- осуществлять обучение и повышение квалификации работников, занятых в процессах обращения с отходами.

Требования по обращению с отходами должны быть учтены при осуществлении следующих видов деятельности:

- процессы добычи полезных ископаемых;
- процессы переработки сырья;
- процессы технического обслуживания оборудования, зданий, сооружений;
- проектирование, реконструкция и строительство объектов,
- ремонт и монтаж оборудования;
- приобретение и модификация собственности;
- поддержание в санитарном состоянии помещений и территории;
- закупки сырья, материалов и других товарно-материальных ценностей (ТМЦ);
- заключение контрактов и договоров;
- взаимодействие с поставщиками и подрядчиками;
- транспортировка сырья, продукции и других ТМЦ;

- погрузочно-разгрузочных работах;
- хранения ТМЦ;
- лабораторных исследованиях и испытаниях.

Контрольные вопросы к практическому занятию «Обеспечение экологической безопасности при обращении с отходами производства и потребления»

1. Насколько актуально высказывание Менделеева об отходах для нашего времени?
2. Что такое отходы производства?
3. Что такое отходы потребления?
4. На какие классы опасности подразделяются отходы?
5. Почему не подлежат захоронению отходы 1-2 класса опасности?
6. К каким последствиям может привести неправильное обращение с отходами?
7. Что такое норматив образования отхода при производстве продукции?
8. Какие виды обращения с отходами возможны кроме захоронения в соответствии с Законом РФ «Об отходах производства и потребления»?
9. Что такое ФККО и для чего разработан этот документ?
10. Какими опасными свойствами могут обладать отходы?
11. Приведите 3-4 примера чрезвычайно опасных отходов (из ФККО)
12. Приведите примеры отходообразующих видов деятельности -3-4 примера.
13. Приведите примеры биоразлагаемых отходов и отходов, не подвергающихся деструкции в почве?
14. Приведите примеры отходов, компоненты которые можно переработать и ли использовать многократно.

**Практическое занятие № 4. Полигоны ТБО и их влияние на окружающую среду.**

**Цель работы:** получение практических навыков определения основных показателей полигонов твёрдых бытовых отходов, характеризующих степень их воздействия на окружающую среду.

### **Теоретическая часть**

**Твёрдые бытовые отходы (ТБО)** – непригодные для дальнейшего использования пищевые продукты и предметы быта, выбрасываемые человеком.

Наиболее распространенными сооружениями по обезвреживанию ТБО являются *полигоны*. Современные полигоны ТБО – это комплексные природоохранные сооружения, предназначенные для обезвреживания и захоронения отходов. Полигоны должны обеспечивать защиту от загрязнения

отходами атмосферного воздуха, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствовать распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Размеры земельных участков, отводимых под полигон, рассчитываются из условия 0,02...0,05 га на 1000 т ТБО. Теоретическая вместимость полигона на расчетный срок эксплуатации (15...30 лет) определяется по формуле:

$$V_{II} = (Y_1 + Y_2) (H_1 + H_2) T K_2 / 4K_1,$$

где  $Y_1, Y_2$  – удельные годовые нормы накопления отходов в первый и последний годы эксплуатации полигона, т/чел.;

$H_1, H_2$  – численность населения, обслуживаемого полигоном, на первый и последний годы эксплуатации, чел.;

$T$  – расчетный срок эксплуатации полигона, годы;

$K_1$  – коэффициент уплотнения ТБО, равный отношению плотности ТБО после уплотнения к плотности ТБО, доставляемых мусоровозами на полигон (зависит от массы грунтоуплотняющей машины и толщины изолирующего слоя);

$K_2$  – коэффициент, учитывающий увеличение объема полигона за счет устройства наружных и внутренних изолирующих слоев (зависит от изолирующего материала – грунта, забираемого из основания полигона, или привозного).

Удельная годовая норма накопления ТБО по объёму за 2-й год эксплуатации определяется из условия ежегодного роста её по объёму на 3 %, то есть  $Y_2 = Y_1 + (1,03) T$ .

Коэффициент  $K_1$ , учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за весь срок  $T$  определяется по таблице с учётом массы бульдозера или катка:

Таблица 1 – Возможные значения коэффициента  $K_1$

Масса бульдозера или катка, т	Полная проектируемая высота полигона, м	$K_1$
3-6	20-30	3,0
12-14	менее 20	3,7
12-14	20-30	4,0
20-22	50 и более	4,5

Коэффициент  $K_2$ , учитывающий объём изолирующих слоёв грунта, в зависимости от общей высоты, определяется по таблице 2.

Таблица 2 – Возможные значения коэффициента  $K_2$

Высота, м	5,25	7,50	9,75	12-15	16-39	40-50	Более 50
-----------	------	------	------	-------	-------	-------	----------

K <sub>2</sub>	1,37	1,27	1,25	1,22	1,20	1,18	1,16
----------------	------	------	------	------	------	------	------

Площадь участка складирования ТБО определяется по формуле:

$$S_{у.с.} = 3V_{II} / H,$$

где H – проектируемая высота полигона, м.

Требуемая площадь полигона составит:

$$S = 1,1 S_{у.с.} + S_{доп},$$

где S<sub>доп</sub> – площадь участка хозяйственной зоны и площадки мойки контейнера (в среднем S<sub>доп</sub> = 1,0 га).

Нормируемый размер санитарно-защитной зоны полигона составляет 500 м. Создание полигонов и СЗЗ вокруг них требует отчуждения больших земельных площадей (40...200 га). Полигоны нельзя размещать ближе 15 км от аэропортов. Не допускается размещение полигонов на территории 1-го и 2-го поясов зон санитарной охраны водоисточников, в местах массового отдыха населения и оздоровительных учреждений.

При выборе участка для размещения полигона учитывают гидрологические условия местности. Грунтовые воды на участке полигона должны залегать на глубине более 2 м. Нельзя использовать под полигоны болота, затопляемые территории, районы геологических разломов. Предпочтение отдается участкам залегания водоупорных пород – глин, суглинков.

На количественную характеристику выбросов загрязняющих веществ с полигонов отходов влияет большое количество факторов, среди которых:

- климатические условия;
- рабочая (активная) площадь полигона;
- сроки эксплуатации полигона;
- количество захороненных отходов;
- мощность слоя складированных отходов;
- соотношение количеств завезённых бытовых и промышленных отходов;
- морфологический состав завезённых отходов;
- влажность отходов;
- содержание органической составляющей в отходах;
- содержание жироподобных, углеводородных и белковых веществ в органике отходов;
- технология захоронения отходов.

Продуктом анаэробного разложения органической составляющей отходов является биогаз, представляющий собой в основном смесь метана и углекислого газа. Система сбора биогаза состоит из нескольких рядов вертикальных колодцев (газодренажных скважин) или горизонтальных траншей. Последние заполнены песком или щебнем и перфорированными трубами.

Удельный выход биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении применительно к абсолютно сухому веществу отходов определяется по уравнению:

$$Q = 10^{-4} R(0,92Ж + 0,62У + 0,34Б),$$

где  $Q$  – удельный выход биогаза за период его активной генерации, кг/кг отходов;

$R$  – содержание органической составляющей в отходах, %;

$Ж$  – содержание жироподобных веществ в органике отходов, %;

$У$  – содержание углеводоподобных веществ в органике отходов, %;

$Б$  – содержание белковых веществ в органике отходов, %.

$R$ ,  $Ж$ ,  $У$  и  $Б$  определяются анализами забираемых проб отходов.

В реальных условиях отходы содержат определённое количество влаги, которая сама по себе биогаз не генерирует. Следовательно, выход биогаза, отнесённый к единице веса реальных влажных отходов, будет меньше, чем отнесённый к той же единице абсолютно сухих отходов в  $10^{-2} (100 - W)$  раз, так как в весовой единице влажных отходов абсолютно сухих отходов, генерирующих биогаз, будет всего  $10^{-2} (100 - W)$  от этой единицы (здесь  $W$  – фактическая влажность отходов, %, определённая анализаторами проб отходов).

С учётом вышесказанного уравнение выхода биогаза при метановом брожении реальных влажных отходов принимает вид:

$$Q_w = 10^{-6} R(100 - W)(0,92Ж + 0,62У + 0,34Б),$$

где множитель  $10^{-2} (100 - W)$  учитывает, какова доля абсолютно сухих отходов в общем количестве реальных влажных отходов.

Количественный выход биогаза за год (кг/т отходов в год), отнесённый к одной тонне отходов, определяется по формуле:

$$P_{уд} = \frac{Q_W}{t_{сбр}},$$

где  $t_{сбр}$  – период полного сбраживания органической части отходов, лет, определяемый по приближённой эмпирической формуле:

$$t_{сбр} = \frac{10248}{T_{тепл} \cdot t_{ср.тепл}}^{0,301966},$$

где  $t_{ср.тепл}$  – средняя из среднемесячных температура воздуха в районе полигона твёрдых бытовых и промышленных отходов (ТБО и ПО) за тёплый период года ( $t > 0$ ), °C;

$T_{тепл}$  – продолжительность тёплого периода года в районе полигона ТБО и ПО, дни; 10248 и 0,301966 – удельные коэффициенты, учитывающие термическое разложение органики.

Для определения плотности биогаза, кг/м<sup>3</sup>, применяется формула:

$$\rho_{б.г.} = 10^{-6} \sum_{i=1}^n C_i,$$

где  $C_i$  – концентрация  $i$ -го компонента в биогазе, мг/м<sup>3</sup>.

Используя полученные анализами концентрации компонентов в биогазе и рассчитанную его плотность, определяется весовое процентное содержание этих компонентов в биогазе:

$$C_{вес.i} = 10^{-4} \frac{C_i}{\rho_{б.г.}},$$

По рассчитанным количественному выходу биогаза за год, отнесённому к 1 тонне отходов и весовым процентным содержаниям компонентов в биогазе определяются удельные массы компонентов, кг/тонн отходов в год, по формуле:

$$P_{уд.i} = \frac{C_{вес.i} \cdot P_{уд}}{100},$$

Для расчёта величин выбросов подсчитывается количество активных отходов, стабильно генерирующих биогаз, с учётом того, что период стабильного

активного выхода биогаза в среднем составляет 20 лет и что фаза анаэробного стабильного разложения органической составляющей отходов наступает спустя в среднем 2 года после захоронения отходов, то есть отходы, завезённые в последние два года, не входят в число активных.

Таким образом, если полигон функционирует менее 20 лет, то учитываются все отходы, за исключением завезённых в последние 2 года, а если полигон функционирует более 20 лет, то учитываются только отходы, завезённые в последние 20 лет, за исключением отходов, ввезённых в последние 2 года.

Максимальные разовые выбросы  $i$ -го компонента биогаза с полигона, г/с, определяются по формуле:

$$M_i = 0,01 \cdot C_{вес.i} \cdot M_{сум},$$

где

$$M_{сум} = \frac{P_{уд} \cdot \sum D}{86,4 \cdot T_{тепл}},$$

где  $\sum D$  – количество активных, стабильно генерирующих биогаз отходов, т;

$T_{тепл}$  – продолжительность тёплого периода года в районе полигона ТБО, дней.

Биогаз образуется неравномерно в зависимости от времени года. При отрицательных температурах процесс «мезофильного сбраживания» (до 55 °С) органической части ТБО и ПО прекращается, происходит т. н. «законсервирование» до наступления более тёплого периода года ( $t_{ср.мес.} > 0$  °С).

Приведённая формула для вычисления максимального разового выброса  $i$ -го компонента справедлива только в тёплый период года ( $t_{ср.мес.} > 8$  °С). При обследовании в более холодное время ( $0 < t_{ср.мес.} \leq 8$  °С), что нецелесообразно хотя бы из-за дополнительных погрешностей измерения, в формуле следует применять повышающий коэффициент неравномерности образования биогаза 1,3.

С учётом коэффициента неравномерности валовые выбросы  $i$ -го загрязняющего вещества с полигона, т/год, определяются по формуле:

$$G_{сум} = M_{сум} \left( \frac{a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{12} + \frac{b \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600}{12 \cdot 1.3} \right) \cdot 10^{-6},$$

$$G_i = 0.01 \cdot C_{вес.i} \cdot G_{сум},$$

где  $a$  и  $b$  – периоды, соответственно, тёплого и холодного периода года в месяцах ( $a$  при  $t_{ср.мес.} > 8^{\circ}\text{C}$ ,  $b$  – при  $0 < t_{ср.мес.} \leq 8^{\circ}\text{C}$ ).

### Практическая часть

**Задание:** рассчитать площадь полигона твёрдых бытовых отходов и объём выделяющегося при разложении отходов биогаза в целом и по компонентам.

#### Ход работы:

- 1 Выполнить расчет площади полигона по представленным данным (таблицы 3, 4).

Таблица 4 – Среднемесячные температуры воздуха в районе полигона

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Температура, $^{\circ}\text{C}$	-10	-9	-4	+4	+12	+16	+18	+16	+10	+4	-2	-8

- 2 Рассчитать удельный выход биогаза за период его активной стабилизированной генерации при метановом брожении и количественный выход биогаза за год.
- 3 Определить плотность выделяющегося биогаза, если концентрации его компонентов, полученные анализами, следующие ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ):  $\text{CH}_4$  – 1,25;  $\text{CO}_2$  – 0,78;  $\text{N}_2$  – 0,02;  $\text{H}_2\text{S}$  – 0,01.
- 4 Рассчитать весовое процентное содержание компонентов и их удельные массы, максимальные разовые выбросы и валовые выбросы. Результаты занести в таблицу:

Компонент	Концентрация в биогазе, $\text{мг}/\text{м}^3$	Весовое содержание, %	Удельная масса, $\text{кг}/\text{т}$ отходов в год	Максимальные разовые выбросы, $\text{г}/\text{с}$	Валовые выбросы, $\text{т}/\text{год}$
Метан					
Диоксид углерода					
Азот					
Сероводород					

5 Сделать вывод.

Таблица 3 – Варианты заданий к практической работе

Показатели	Варианты																					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Расчётный срок эксплуатации, лет	15	20	30	25	30	30	25	20	15	30	30	30	25	30	25	16	21	32	27	32	35	25
Численность населения, тыс. чел.:																						
– в первый год	58	75	105	84	59	110	35	26	45	52	34	47	86	95	78	56	76	110	86	59	114	34
– в последний год	61	79	112	88	65	116	39	30	48	61	41	52	92	103	82	63	80	102	88	65	118	36
Накопление отходов в первый год, т/чел.	0,28	0,25	0,29	0,24	0,26	0,25	0,29	0,31	0,32	0,24	0,27	0,26	0,28	0,24	0,20	0,27	0,24	0,27	0,25	0,28	0,31	0,32
Масса катка-уплотнителя, т	5	12	12	12	20	22	6	14	14	20	4	12	13	6	12	6	14	12	13	21	23	7
Проектируемая высота, м	25	15	25	30	50	55	30	18	20	55	23	30	16	26	21	23	13	24	28	46	52	28
Содержание органической составляющей, %	40	62	60	59	65	57	49	69	72	75	63	68	57	52	64	38	58	60	57	62	55	46
Содержание в органической составляющей веществ, %																						
– жироподобных	12	16	25		26	34	17	22	12	14	21	20	16	18	19	13	15	24	17	24	32	15
– углеводородных	35	42	38		31	22	27	21	29	19	18	22	26	20	24	33	40	36	23	31	24	25
– белковых	53	42	37	18	43	44	56	57	59	67	61	58	58	62	57	54	41	35	55	43	41	55
				24																		
				58																		
Влажность отходов, %	10	12	16	12	11	18	16	14	12	8	5	11	14	12	12	11	13	15	12	10	16	18

## Практическое занятие № 5

### Расчёт полигона твердых бытовых отходов

Цель работы: определение общей вместимости, площади, уточненной высоты полигона ТБО на весь срок его эксплуатации и расчет котлована.

Материалы и оборудование: ручка, листы А4, карандаш, линейка.

Ход работы:

#### Теоретическая часть

По сравнению с обычной свалкой высоконагружаемый полигон ТБО является более современным в санитарно-гигиеническом и экологическом отношении объектом. Полигон может считаться высоконагружаемым, если его проектная высота не менее 20 м, а нагрузка на использованную площадь превышает 10 т/м<sup>2</sup>. Типичная схема высоконагружаемого полигона ТБО приведена на рис. 1.

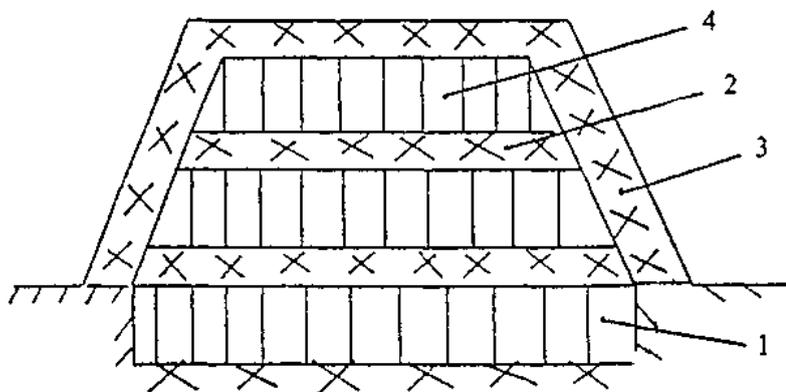


Рисунок 1 – Схема высоконагружаемого полигона ТБО:

1 – котлован, 2 – внутренний изолирующий слой грунта, 3 – наружный изолирующий слой грунта, 4 – слой ТБО.

Вся территория полигона ТБО делится на две зоны: производственную и хозяйственно-бытовую, между которыми располагается буферная зона шириной 25 м. Требования к водоупорности грунтов здесь несколько мягче – коэффициент фильтрации не должен превышать  $10^{-5}$  см/с (0,0086 м/сут).

Максимальный уровень стояния грунтовых вод должен отстоять от основания дна полигона не менее чем на 1 м.

Производственная зона полигона ТБО разбивается на отдельные карты прямоугольной формы. Их ширина 30...50 м, длина 30...150 м.

Для уплотнения слоев ТБО применяются дорожные катки, бульдозеры. Мусор укладывается послойно: слой ТБО толщиной не более двух метров засыпается слоем грунта толщиной 0,25 м.

Для исключения загрязнения поверхностных и подземных вод полигон проектируется как бессточное сооружение: избыток талых и дождевых вод направляется на специальные карты-испарители.

Особенностью полигона ТБО является наличие на выезде из него ванны

размером 8 x 3 м, в которую налит 3% раствор лизола, глубиной 0,35 м. Покидающие полигон мусоровозы дезинфицируют в этой ванне свои колеса.

В остальном инженерное обустройство полигона ТБО аналогично такому для полигона токсичных отходов: кольцевая автодорога из железобетонных плит, ров, ограждение по периметру полигона. Экологический контроль подразумевает отбор и анализ проб грунтовых вод из сети контрольных скважин на содержание вредных химических веществ и бактериальную обсемененность.

Опасные в инфекционном смысле отходы потребления и отходы парикмахерских подлежат сжиганию в специальных печах. Трупы павших животных утилизируют на утильзаводах либо захоранивают в специальных скотомогильниках.

Практическая часть

Практическая работа выполняется по вариантам. Вариант соответствует номеру студента в списке студентов по журналу.

2. Определим общую вместительность полигона ТБО  $E_T$ ,  $m^3$ , на весь срок его эксплуатации.

Для этого необходимы следующие исходные данные: а)

расчетный срок эксплуатации полигона  $T$ , лет;

№ варианта	$T$ , лет	№ варианта	$T$ , лет	№ варианта	$T$ , лет
1	15	11	15	21	15
2	16	12	16	22	16
3	17	13	17	23	17
4	18	14	18	24	18
5	19	15	19	25	19
6	20	16	20	26	20
7	21	17	21	27	21
8	22	18	22	28	22
9	23	19	23	29	23
10	24	20	24	30	24

б) удельная норма образования бытовых отходов на 1 человека в год  $U_1$ ,  $m^3/чел.$  Год;

Для расчета берем норматив накопления твердых коммунальных отходов ( $m^3/год$ ) в многоквартирных домах на одного жителя в г.о. Самара (Приложение 7).

в) скорость ежегодного прироста величины удельной нормы  $U$ , %.

Норма накопления ТБО по массе возрастает в пределах 0,3...0,5 % в год, а по объему – 0,6... 1,2 % в год. Уточнение норм накопления ТБО целесообразно проводить каждые 5 лет.

Для расчета берем максимальную норму накопления ТБО по объему.

Следовательно, через T лет на 1 человека ежегодно будет образовываться  $U_2$  бытовых отходов.

$$U_2 = U_1 * \left( \frac{100 + U}{100} \right)^T, \text{ м}^3/\text{чел. Год}$$

Величина  $E_T$ ,  $\text{м}^3$  рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{(U_1 + U_2) * (N_1 + N_2) * T * K_2}{2 * K_1}, \text{ м}^3$$

где:

$N_1$ , чел. – численность населения города (населенного пункта) на момент проектирования;

$N_1 = 1\,400\,000$  чел.

$N_2$ , чел. – прогнозируемая численность населения города (населенного пункта) через T лет. Для решения принимаем прирост населения в городе за год 25 000 чел.

$N_2 = 1\,400\,000$  чел. + T лет \* 25 000 чел./год

$H_{п}^1$ , м – ориентировочная высота «холма» ТБО, согласованная с архитектурно-планировочным управлением города.

№ варианта	$H_{п}^1$ , м	№ варианта	$H_{п}^1$ , м	№ варианта	$H_{п}^1$ , м
1	10	11	20	21	30
2	11	12	21	22	31
3	12	13	22	23	32
4	13	14	23	24	33
5	14	15	24	25	34
6	15	16	25	26	35
7	16	17	26	27	36
8	17	18	27	28	37
9	18	19	28	29	38
10	19	20	29	30	39

$K_1$  – коэффициент, учитывающий уплотнение засыпанных ТБО в АГ Педелсе эксплуатации полигона за период  $T \geq 15$  лет. Величину  $K_1$  определяют в зависимости от высоты  $H_{п}^1$ , м (Приложение 8, таблица 1)

$K_2$  – коэффициент, учитывающий объем изолирующих слоев грунта. Значение  $K_2$  принимают в зависимости от  $H_{п}^1$  (Приложение 8, таблица 2).

## 2. Определим площадь полигона.

Для ориентировочных расчетов принимают, что полигон ТБО имеет форму пирамиды. Как известно, объем пирамиды:

$$V = 1/3 * S * H,$$

где:

S – площадь основания пирамиды; H – высота пирамиды.

Следовательно, площадь участка складирования ТБО составит:

$$S_{y.c.} = 3 * E_T / H_n^1$$

Требуемая площадь полигона  $S_n$  должна быть несколько больше:

$$S_n = 1,1 * S_{y.c.} + S_{доп}$$

В качестве  $S_{доп}$  примем величину 0,6 га = 6000 м<sup>2</sup>, т.к. необходима площадь для размещения вспомогательной зоны  $S_{доп}$ , а также для полосы вокруг полигона и подъездных дорог (это учтено введением коэффициента 1,1 перед  $S_{y.c.}$ ).

2. Определим уточненную высоту полигона и произведем расчет котлована.

Наиболее экономически целесообразное решение – использовать для изолирующих промежуточных и наружного слоев грунт из котлована под основание полигона.

После определения величины  $S_{y.c.}$  можно уточнить значение высоты  $H_n^1$ . Для этого надо учесть, что на самом деле «холм» ТБО имеет форму усеченной пирамиды, причем размеры верхней площадки должны обеспечивать безопасные развороты мусоровозов. Следовательно, ширина верхней площадки должна быть не менее 40 м.

Объем усеченной пирамиды определяем по формуле:

$$V = 1/3 (S_H + S_B + \sqrt{S_B * S_H}) H$$

где:

$S_H$  – площадь нижнего основания,  $S_B$

– площадь верхнего основания  $H$  –

высота пирамиды.

В случае полигона ТБО выразим формулой:

$$E_T = 1/3 (S_{y.c.} + S_{в.п.} + \sqrt{S_{y.c.} * S_{в.п.}}) * H_n$$

где:

$S_{в.п.}$  – площадь верхней площадки, м<sup>2</sup>;

$S_{в.п.} = 1600$  м<sup>2</sup>, т.к. для упрощения полигон является квадратом с максимально допустимыми размерами верхней площадки 40x40 м.

$H_n$  – уточненная высота полигона, м.

Откуда выводится:

$$H_n = \frac{3 * E_T}{S_{y.c.} + S_{в.п.} + \sqrt{S_{y.c.} * S_{в.п.}}}$$

Потребный объем грунта  $V_T$ , м<sup>3</sup> рассчитывают по формуле:

$$V_T = E_T * (1,1 - 1/K_2), м^3$$

Проектируемый котлован должен полностью обеспечить потребность в грунте, следовательно, его объем должен быть равен  $V_T$ . С учетом наличия откосов и карты-схемы полигона можно рассчитать глубину котлована:

$$H_K = 1,1 \times V_T / S_{y.c.}$$

В формуле площадь дна для котлована равна  $S_{y.c.}$

Найдем верхнюю отметку полигона ТБО после его наружной изоляции слоем грунта толщиной 1 м:

$$H_{BO} = H_n - H_K + 1$$

Выводы:



Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Невинномысский технологический институт (филиал) СКФУ

***МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ***

по выполнению лабораторных работ  
по дисциплине «Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов»  
для студентов очной/заочной формы обучения  
направления подготовки  
18.03.02 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и  
биотехнологии

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

### Изучение нормативной документации и экологической экспертизы в сфере отходов

**Цель работы:** Ознакомиться с нормативной документацией и экологической экспертизой в сфере отходов на примере лицензирования деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению опасных отходов; изучить методику расчета полигона для твердых бытовых отходов (ТБО); научиться заполнять паспорта на опасные отходы.

### ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

Перечень основных нормативно-правовых документов по лицензированию деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению опасных отходов включает:

1. Федеральный закон от 8.08.2002г. №128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».
2. Федеральный закон от 24.06.1998г. №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
3. Федеральный закон от 23.11.1995г. №174-ФЗ «Об экологической экспертизе».
4. Постановление Правительства РФ от 11.02.2002г. №135 «О лицензировании отдельных видов деятельности».
5. Постановление Правительства РФ от 23.05.2002г. №340 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами»
6. Постановление Правительства РФ от 3.10.2002г. №731 «Об изменении и признании утратившими силу некоторых постановлений

Совета Министров РСФСР, Правительства РСФСР и Правительства РФ, касающихся государственной регистрации юридических лиц».

7. Приказ МПР России от 18.06.2002г. №451 «О лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами (согласно заключению Минюста России от 22.08.2002г. №07/7963-ЮД в государственной регистрации не нуждается)

8. Приказ МПР России от 15.06.2001г. №511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» (согласно заключению Минюста России от 24.07.2001г. №07/7483-ЮД в государственной регистрации не нуждается».

9. Приказ Госкомэкологии РФ от 16.05.2000г. №372 «Об утверждении Положения об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации, зарегистрированного в Минюсте России 4.07.2000г. рег. №2302.

10. Приказ Министерства охраны окружающей среды и природных ресурсов РФ от 29.12.95 №539 «Об утверждении инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности».

11. Распоряжение МПР РФ от 2.12.2002г. №483-р «Об утверждении «Методических рекомендаций по организации лицензирования деятельности по обращению опасными отходами на территории Российской Федерации.

Лицензирование деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению опасных отходов осуществляется на основании Федеральных законов «Об отходах производства и потребления» (статья 4 п.3, статья 9), «О лицензировании отдельных видов деятельности» (статья 17 п.74), «Об охране окружающей

природной среды» (статья 30). Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (статья 40 п.2) требует, чтобы обязательным условием при выдаче лицензии было представление соискателем лицензии санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным правилам деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления.

Одним из важных этапов при подготовке к лицензированию является инвентаризация отходов. Без полных сведений о том, с какими отходами приходится иметь дело и какие отходы образуются (могут образовываться) в процессе этой деятельности невозможно двигаться дальше. Поэтому инвентаризации отходов придается столь важное значение.

Исходные сведения об отходах берутся из документов первичного учета отходов, проектной документации, технологических схем или из готового Проекта нормативов образования и лимитов размещения отходов (ПНООЛР).

### **Опасные отходы**

Согласно формулировке закона «Об отходах производства и потребления»: отходы производства и потребления (далее – отходы) – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, иных изделий или продуктов, которые образовались в процессе производства или потребления, а также товары (продукция), утратившие свои потребительские свойства.

Действующее законодательство определяет все отходы как опасные, за исключением отходов V класса опасности для окружающей природной среды, которые не имеют прочих опасных свойств (токсичность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность) и не содержат возбудителей инфекционных болезней.

Сведения об опасных отходах, деятельность по обращению с которыми планируется осуществлять, включая вид опасного отхода, его код и класс опасности для окружающей природной среды и иные опасные свойства определяются по Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) (Приложение 1).

Код отхода строится по следующим принципам: Тринадцатизначный код определяет вид отходов, характеризующий их общие классификационные признаки. Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода; девятая и десятая цифры используются для кодирования агрегатного состояния и физической формы (0 - данные не установлены, 1 - твёрдый, 2 - жидкий, 3 - пастообразный, 4 - шлам, 5 - гель, коллоид, 6 - эмульсия, 7 - суспензия, 8 - сыпучий, 9 - гранулят, 10 - порошкообразный, 11 - пылеобразный, 12 - волокно, 13 - готовое изделие, потерявшее потребительские свойства, 99 - иное); одиннадцатая и двенадцатая цифры используются для кодирования опасных свойств и их комбинаций (0 - данные не установлены, 1 - токсичность (т), 2 - взрывоопасность (в), 3 - пожароопасность (п), 4 - высокая реакционная способность (р), 5 - содержание возбудителей инфекционных болезней (и), 6 - т+в, 7 - т+п, 8 - т+р, 9 - в+п, 10 - в+р, 11 - в+и, 12 - п+р, 13 - п+и, 14 - р+и, 15 - т+в+п, 16 - т+в+р, 17 - т+п+р, 18 - в+п+р, 19 - в+п+и, 20 - п+р+и, 21 - т+в+п+р, 22 - в+п+р+и, 99 – опасные свойства отсутствуют); тринадцатая цифра используется для кодирования класса опасности для окружающей природной среды (0 - класс опасности не установлен, 1 - I-й класс опасности, 2 - II-й класс опасности, 3 - III-й класс опасности, 4 - IV-й класс опасности, 5 - V-й класс опасности).

Некоторые виды вторичного сырья не являются опасными отходами, следовательно, обращение с такими видами вторичного сырья не требует получения лицензии (например, текстильные отходы, отходы полиолефинов, стеклотбой, лом и отходы черных металлов, лом и отходы

алюминия). В тоже время, некоторые виды вторичного сырья являются опасными отходами, а некоторые требуют конкретной оценки опасных свойств, т.к. в ФККО для них не определены опасные свойства.

Когда опасные свойства в ФККО не установлены, необходимо провести исследование этих материалов (отходов) на токсичность, взрывоопасность, пожароопасность, реакционную способность и содержание возбудителей инфекционных заболеваний. Результаты исследований отражаются в Исходных сведениях об отходе (Приложение 2), которые представляются в территориальные органы Ростехнадзора для получения Свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды согласно Приказу Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору №13 от 16 января 2007 г.

Свидетельство о классе опасности отхода для окружающей природной среды оформляется на каждый вид отходов.

Паспорт опасного отхода составляется только на опасные отходы. В подавляющем большинстве случаев, факт наличия Паспорта опасного отхода хотя бы по одному виду отходов, принимаемому на предприятии, означает необходимость лицензирования.

### **Виды деятельности**

В случае, когда производится работа с опасными отходами, следует определиться с видами деятельности, т.к. лицензированию подлежит только сбор, использование, обезвреживание, транспортирование и размещение опасных отходов.

В законе «Об отходах производства и потребления» есть определения некоторых видов деятельности:

размещение отходов - хранение и захоронение отходов;

хранение отходов - содержание отходов в объектах размещения отходов в целях их последующего захоронения, обезвреживания или использования;

объект размещения отходов - специально оборудованное сооружение, предназначенное для размещения отходов (полигон, шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород и другое).

В ГОСТе 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» (пункт 4.11) есть расширенная понятие:

объекты размещения отходов - полигоны, шламохранилища, хвостохранилища и другие сооружения, обустроенные и эксплуатируемые в соответствии с экологическими требованиями, а также специально оборудованные места для хранения отходов на предприятиях в определенных количествах и на установленные сроки.

Таким образом, размещение отходов может осуществляться только на объектах размещения отходов. Объекты размещения отходов подлежат регистрации в Государственном реестре объектов размещения отходов на основании Постановления Правительства РФ от 26 октября 2000 г. № 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов».

Временное накопление отходов на производственной площадке не считается размещением в случае, когда для этого не используется «специально оборудованное сооружение». Т.е. никак не может считаться размещением отходов накопление отходов в контейнерах или других емкостях. Склад готовой продукции не может считаться сооружением для размещения отходов, т.к. готовая продукция не может считаться отходом.

Бетонированная площадка для накопления и временного хранения автомобильных шин и т.д. может считаться объектом размещения отходов согласно определению в ГОСТе 30772-2001.

Далее: использование отходов - применение отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг или для получения энергии;

обезвреживание отходов - обработка отходов, в том числе сжигание и обеззараживание отходов на специализированных установках, в целях предотвращения вредного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую природную среду.

Такие виды деятельности наиболее часто ведутся на предприятиях вторичных ресурсов.

В Законе «Об отходах производства и потребления» нет определения термину сбор отходов. Определение этого термина есть в ГОСТе 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» (пункт 5.26):

сбор отходов - деятельность, связанная с изъятием отходов в течение определенного времени из мест их образования, для обеспечения последующих работ по обращению с отходами.

### **Порядок лицензирования**

Работа с видами вторичного сырья, относящимся к опасным отходам, должна лицензироваться. Порядок лицензирования определен в Положении о лицензировании деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, утвержденном Постановлением Правительства РФ № 524 от 26 августа 2006 г.

Лицензирование проводят органы Ростехнадзора согласно «Инструкции по организации лицензирования деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов», утвержденной приказом Ростехнадзора от 25 октября 2006 г. № 940. Алгоритм получения лицензии приведен в Приложении 3.

## **Лицензионные требования**

Заявляемая деятельность должна соответствовать лицензионным требованиям и условиям осуществления деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, а именно:

а) наличие у соискателя лицензии принадлежащих ему на праве собственности или на ином законном основании (например, на условиях аренды) производственных помещений,

объектов размещения опасных отходов, специализированных установок по обезвреживанию опасных отходов, специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств, соответствующих установленным требованиям;

б) наличие у индивидуального предпринимателя или работников юридического лица, допущенных к деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами;

в) проведение лицензиатом - юридическим лицом производственного контроля за соблюдением требований законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами при осуществлении деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов;

г) наличие у лицензиата паспортов опасных отходов, в отношении которых осуществляется деятельность по их сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению;

д) иные требования, установленные законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами в отношении деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов.

## **Документы, требуемые для оформления лицензии**

Для получения лицензии на осуществление деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов соискатель лицензии представляет в лицензирующий орган следующие документы:

а) заявление о предоставлении лицензии (приложение 2) и документы (копии документов), указанные в пункте 1 статьи 9 Федерального закона «О лицензировании отдельных видов деятельности», а именно:

- учредительные документы и документ, подтверждающий факт внесения записи о юридическом лице в единый государственный реестр юридических лиц;

- свидетельство о государственной регистрации гражданина в качестве индивидуального предпринимателя;

- свидетельство о постановке соискателя лицензии на учет в налоговом органе с указанием идентификационного номера налогоплательщика;

- документ, подтверждающий уплату лицензионного сбора за рассмотрение лицензирующим органом заявления о предоставлении лицензии;

б) перечень опасных отходов, с которыми предполагается осуществлять деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению (с указанием наименования отхода согласно ФККО, вида и класса опасности для окружающей среды и здоровья человека, а также сведений о составе отходов);

в) копия положительного заключения государственной экологической экспертизы материалов, представленных для обоснования лицензии;

г) копии свидетельств (сертификатов) на право работы с опасными отходами, подтверждающих профессиональную подготовку индивидуального предпринимателя или работников юридического лица, осуществляющих деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов;

д) копии документов, подтверждающих наличие у соискателя лицензии принадлежащих ему на праве собственности или на ином законном основании производственных помещений, объектов размещения опасных отходов, специализированных установок по обезвреживанию опасных отходов, специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств, соответствующих установленным требованиям;

е) копия санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии санитарным правилам деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов.

Копии документов, не заверенные нотариусом, представляются с предъявлением оригинала.

### **Паспортизация опасных отходов**

В Федеральном законе «Об отходах производства и потребления» (п.3, статья 14) закреплено положение о паспортизации опасных отходов. Следует учесть, что опасные отходы могут быть отнесены к опасным только после определения вида и степени их опасности, т.е. после подтверждения отнесения данных отходов к конкретному классу опасности. Паспортизация отходов проводится на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 26.10.2000 № 818 «О порядке ведения государственного кадастра отходов и проведения паспортизации опасных отходов» и Приказа Ростехнадзора от 15 августа 2007 года № 570 «Об организации работы по паспортизации опасных отходов». Для подтверждения класса опасности отходов в органы

Ростехнадзора подаются исходные сведения об отходе (приложение 2). Опасные свойства устанавливаются на основе критериев согласно приложению III «Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением», ратифицированной Федеральным законом от 24 ноября 1994 года № 49-ФЗ. Подтверждение наличия или отсутствия опасных свойств осуществляется на основании нормативно-технических документов или на основании протоколов испытаний (сертификатов).

Пожароопасность материала устанавливается путем определения группы горючести по ГОСТ 12.1.044-89 «Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения». Пожароопасные свойства отходов определяются на основании горючести веществ и материалов, входящих в их состав. По горючести вещества и материалы подразделяют на три группы:

- негорючие (несгораемые);
- трудногорючие (трудносгораемые);
- горючие (сгораемые).

Пожароопасными признаются вещества и материалы, относящиеся к группе горючие.

Подтверждение класса опасности и опасных свойств (отсутствия опасных свойств) необходимо для всех отходов, с которыми работает предприятие.

На опасные отходы составляется "Паспорт опасного отхода" согласно Приказу МПР от 2 декабря 2002 г. № 785. Форма и примеры заполненных паспортов даны в приложении 4.

Паспорта опасного отхода и Свидетельства о классе опасности отходов утверждаются в Территориальных органах Ростехнадзора.

На те виды отходов, которые планируется собирать или закупать, паспорта опасных отходов берутся у потенциального поставщика. Если же это невозможно, они составляются и утверждаются самостоятельно.

### **Профессиональная подготовка на право работы с опасными отходами**

Профессиональная подготовка персонала на право работы с опасными отходами проводится организациями, имеющими лицензию на осуществление образовательной деятельности, по «Программе профессиональной подготовки лиц на право работы с опасными отходами», утвержденной приказом МПР РФ от 18.12.2002 № 868 «Об организации профессиональной подготовки на право работы с опасными отходами».

Для получения лицензии необходимо иметь в штате хотя бы одного сертифицированного специалиста. Такой специалист вместе с руководителем несет ответственность за экологический производственный контроль.

### **Производственный контроль**

Производственный контроль осуществляется на основании лицензионных требований, а также требований законов «Об отходах производства и потребления» (статья 26), «Об охране окружающей природной среды» (статья 67), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (статья 11 абзац 5, статья 32), «Об охране атмосферного воздуха» (статья 25).

Причем необходимость проведения производственного контроля распространяется только на юридических лиц. Т.е. индивидуальный предприниматель не обязан осуществлять производственный экологический контроль.

Законодательство разделяет «Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль)»

и «Производственный контроль за соблюдением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий».

*Производственный контроль в области охраны окружающей среды (производственный экологический контроль):*

Порядок проведения экологического контроля отражается в «Положении о производственном экологическом контроле», которое разрабатывается и утверждается руководителем предприятия.

В программе производственного экологического контроля отражается нормирование и аналитический контроль качества воды, воздуха, почв. Производится контроль соответствия выбросов предприятия требованиям ГОСТов раздела «Охрана природы».

Производственный экологический контроль осуществляется в соответствии с рекомендациями «Производственный экологический контроль. Общие требования», а также «Методическими рекомендациями по организации мониторинга источников антропогенного воздействия на окружающую среду в составе производственного экологического контроля».

Программа производственного экологического контроля должна содержать следующую информацию:

- 1) обязательный перечень параметров, отслеживаемых в процессе производственного мониторинга;
- 2) период, продолжительность и частоту осуществления производственного мониторинга и измерений;
- 3) сведения об используемых методах проведения производственного мониторинга;
- 4) точки отбора проб и места проведения измерений;
- 5) методы и частоту ведения учета, анализа и сообщения данных;
- 6) план-график внутренних проверок;
- 7) механизмы обеспечения качества инструментальных измерений;

- 8) протокол действий в нештатных ситуациях;
- 9) организационную и функциональную структуру внутренней ответственности работников за проведение производственного экологического контроля;
- 10) иные сведения, отражающие вопросы организации и проведения производственного экологического контроля.

Производственному контролю при эксплуатации промышленного объекта подлежат величины ПДВ (ВСВ) и выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами от автомобилей. Производственный контроль может производиться силами лаборатории предприятия по контролю воздействий на окружающую среду или по договору сторонней организацией. В случае использования для проведения производственного контроля собственной лаборатории она должна иметь следующие документы:

1. положение о лаборатории,
2. паспорт лаборатории,
3. свидетельства о поверке средств измерений органами государственной метрологической службы,
4. паспорта на государственные стандартные образцы состава и свойств контролируемых объектов,
5. результаты внутреннего и внешнего контроля качества выполняемых измерений,
6. акты отбора проб и журналы их регистрации,
7. аттестованные методики выполнения измерений,
8. журналы результатов контроля воздействий на окружающую среду.

В отсутствие собственной лаборатории, работы по осуществлению производственного контроля проводятся на основании договора с

лабораторией аккредитованной на проведение измерений и анализов в области экоаналитического контроля.

*Производственный контроль за соблюдением санитарных правил и санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий*

Производственный контроль за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-эпидемиологических (профилактических) мероприятий осуществляется в соответствии с Санитарными правилами СП 1.1.1058-01 «Организация и проведение производственного контроля за соблюдением санитарных правил и выполнением санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» и СП 1.1.2193-07 (Изменения и дополнения N 1 к СП 1.1.1058-01). Программа производственного контроля утверждается руководителем организации, индивидуальным предпринимателем либо уполномоченными в установленном порядке лицами. Санитарно-эпидемиологическая оценка разработанной программы (плана) производственного контроля проводится в Роспотребнадзоре. Оценка проводится безвозмездно.

### **Государственная экологическая экспертиза**

Государственная экологическая экспертиза (ГЭЭ) проводится на основании статьи 33 Федерального закона от 10 января 2002 года № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и согласно Федерального закона от 23 ноября 1995 года № 174-ФЗ «Об экологической экспертизе».

Порядок проведения ГЭЭ регламентирован «Положением о порядке проведения государственной экологической экспертизы», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 июня 1996 г. № 698.

Для прохождения государственной экологической экспертизы готовится экологическое обоснование намечаемой деятельности согласно главе 8 «Инструкции по экологическому обоснованию хозяйственной и иной деятельности» (утверждена приказом Минприроды России от 29

декабря 1995 г. № 539). Материалы, обосновывающие выдачу лицензий на деятельность по размещению, складированию, захоронению и уничтожению отходов, должны содержать:

- информацию о предприятии - месторазмещение, занимаемая площадь, состав предприятия, технологическая схема (способы складирования, размещения, захоронения, утилизации), применяемое оборудование, его производственные мощности, мощности очистных сооружений, степень их загрузки, наличие проекта предприятия, утвержденного в установленном порядке;

- сведения об отходах - перечень принимаемых отходов, их количество (объем), физико-химическое состояние, токсичность, опасность, данные по ежегодному поступлению отходов;

- обоснование норматива образования отходов (в соответствии с технологией производства);

- краткую характеристику состояния природной среды в районе размещения предприятия;

- разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферу, водопользование и сброс сточных вод;

- экологические ограничения по складированию (размещению, захоронению) отходов, исходя из экологического состояния территории и опасности загрязнения территории;

- сведения о фактических сбросах, выбросах и отходах (приводится для действующих объектов);

- мероприятия по соблюдению экологических ограничений, норм и правил;

- схема и описание действий в условиях чрезвычайной ситуации;

- предложения лицензиата по снижению токсичности отходов.

В составе обосновывающих материалов представляются также сведения о деятельности лицензиата с конкретными видами отходов, указанными в лицензии.

Эти документы готовятся с использованием «Методических рекомендаций по подготовке материалов, представляемых на государственную экологическую экспертизу», утвержденных приказом МПР России от 09.07.2003 № 575.

Государственную экологическую экспертизу проводит Ростехнадзор на основании Постановления Правительства Российской Федерации от 30 июля 2004 г. № 401 «О Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору». Срок проведения экспертизы может составлять 30 или 60 дней, в зависимости от сложности объекта.

7. 1. Оценка воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду

Федеральный закон «Об охране окружающей среды» устанавливает принцип обязательности оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности (статья 3). Таким образом, любая намечаемая хозяйственная деятельность, которая может оказать прямое или косвенное воздействие на окружающую среду, должна проходить ОВОС.

Материалы по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной деятельности, являющейся объектом экологической экспертизы, входят в состав документации, представляемой на экспертизу.

В ходе предварительной оценки воздействия на окружающую среду собирается и документируется информация о:

- намечаемой хозяйственной и иной деятельности, включая цель ее реализации, возможные альтернативы, сроки осуществления и предполагаемое месторазмещение, затрагиваемые административные

территории, возможность трансграничного воздействия, соответствие территориальным и отраслевым планам и программам;

- состоянии окружающей среды, которая может подвергнуться воздействию, и ее наиболее уязвимых компонентах;

- возможных значимых воздействиях на окружающую среду (потребности в земельных ресурсах, отходы, нагрузки на транспортную и иные инфраструктуры, источники выбросов и сбросов) и мерах по уменьшению или предотвращению этих воздействий.

Исследования по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности включает следующее:

- определение характеристик намечаемой хозяйственной и иной деятельности и возможных альтернатив (в том числе отказа от деятельности);

- анализ состояния территории, на которую может оказать влияние намечаемая хозяйственная и иная деятельность (состояние природной среды, наличие и характер антропогенной нагрузки и т.п.);

- выявление возможных воздействий намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду с учетом альтернатив;

- оценка воздействий на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности (вероятности возникновения риска, степени, характера, масштаба, зоны распространения, а также прогнозирование экологических и связанных с ними социальных и экономических последствий);

- определение мероприятий, уменьшающих, смягчающих или предотвращающих негативные воздействия, оценка их эффективности и возможности реализации;

- оценка значимости остаточных воздействий на окружающую среду и их последствий;

- сравнение по ожидаемым экологическим и связанным с ними социально-экономическим последствиям рассматриваемых альтернатив, в том числе варианта отказа от деятельности и обоснование варианта, предлагаемого для реализации;

- разработка предложений по программе экологического мониторинга и контроля на всех этапах реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

- разработка рекомендаций по проведению послепроектного анализа реализации намечаемой хозяйственной и иной деятельности;

- подготовка предварительного варианта материалов по оценке воздействия на окружающую среду намечаемой хозяйственной и иной деятельности (включая краткое изложение для неспециалистов);

Оценка воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду проводится в соответствии с «Положением об оценке воздействия намечаемой хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду в Российской Федерации», утвержденным Приказом Госкомэкологии от 16 мая 2000 г. № 372.

### **Материалы обоснования**

Материалы обоснования оформляются на бумажном (два экземпляра) и магнитном носителях и включают в себя следующие разделы:

Аннотация. В «Аннотации» указываются фамилия, имя, отчество индивидуального предпринимателя или наименование организации (юридического лица), основной профиль хозяйственной и иной деятельности и перечисляются виды намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами.

Общие сведения об индивидуальном предпринимателе или юридическом лице, планирующем осуществление деятельности по обращению с опасными отходами.

В этом разделе приводятся следующие сведения:

- фамилия, имя, отчество, место жительства, данные документа, удостоверяющего личность, - для индивидуального предпринимателя;
- полное наименование, организационно-правовая форма и ее код по Общероссийскому классификатору организационно-правовых форм (ОКОПФ), форма собственности и ее код по Общероссийскому классификатору форм собственности (ОКФС), место нахождения организации - для юридического лица;
- юридический адрес индивидуального предпринимателя или юридического лица;
- сведения о филиалах индивидуального предпринимателя и юридического лица и входящих в их состав производственных единицах;
- фактический адрес (адреса), номера телефонов, факса, адрес электронной почты индивидуального предпринимателя или юридического лица;
- дата и номер выдачи свидетельства о государственной регистрации гражданина в качестве индивидуального предпринимателя с указанием органа, выдавшего свидетельство;
- дата и номер выдачи свидетельства о государственной регистрации в качестве юридического лица с указанием органа, выдавшего свидетельство;
- дата выдачи свидетельства о постановке индивидуального предпринимателя или юридического лица на учет в налоговом органе с указанием идентификационного номера налогоплательщика.

Сведения об основной хозяйственной и иной деятельности, сопряженной с необходимостью и/или экономической целесообразностью осуществления деятельности по обращению с опасными отходами. В этом разделе в текстовой форме приводится описание основной хозяйственной

и иной деятельности, осуществляемой индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом, включая:

- код по Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД);

- код по Общесоюзному классификатору отраслей народного хозяйства (ОКОНХ);

- основные используемые технологические процессы, в том числе в филиалах и на входящих в их состав производственных единицах;

- применяемое оборудование (в том числе в филиалах и на входящих в их состав производственных единицах), его производственные мощности;

- наличие утвержденного в установленном порядке проекта на осуществление хозяйственной и иной деятельности с указанием даты выдачи и номера положительного заключения государственной экологической экспертизы и органа, выдавшего его.

Основные положения обоснования намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами. В этом разделе представляют следующую информацию:

- сведения об индивидуальном предпринимателе или юридическом лице, которому принадлежит право собственности на опасные отходы, деятельность по обращению с которыми планируется осуществлять.

- сведения об опасных отходах, деятельность по обращению с которыми планируется осуществлять, включая вид опасного отхода, его класс опасности для окружающей природной среды, иные опасные свойства, устанавливая эти данные, а также происхождение, агрегатное состояние, физическую форму и компонентный состав опасного отхода и код по федеральному классификационному каталогу отходов.

- при отсутствии таких сведений в федеральном классификационном каталоге отходов указывается:

1. класс опасности отхода для окружающей природной среды;

2. опасные свойства отхода (токсичность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней) определяются на основе паспорта опасного отхода.

– оценка возможного неблагоприятного воздействия на окружающую среду в результате осуществления намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами, включая:

3. цели, основные характеристики намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами;

4. состояние окружающей среды, наличие и характер уже имеющейся антропогенной нагрузки на окружающую среду на данной территории;

5. характер и масштаб возможного неблагоприятного воздействия намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами на окружающую среду;

6. оценка воздействия на окружающую среду с выделением наиболее уязвимых компонентов, которые могут быть затронуты намечаемой деятельностью по обращению с опасными отходами;

7. альтернативные варианты достижения цели намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами;

8. планируемые мероприятия по предотвращению и/или смягчению возможного неблагоприятного воздействия на окружающую среду при осуществлении намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами;

9. предлагаемые меры по предупреждению возможных аварийных ситуаций (степени, характера, масштаба экологических последствий и меры по обеспечению готовности к ликвидации аварий, включая описание противоаварийных мероприятий);

10. сведения об участии общественности при принятии решений, касающихся намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами.

а. Способ информирования общественности.

б. Информация о высказанных в процессе проведения общественных обсуждений замечаний и предложений с указанием их авторов, в том числе по предмету возможных разногласий.

– сведения о готовности выполнения индивидуальным предпринимателем или юридическим лицом лицензионных требований и условий осуществления намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами, в том числе следующие данные:

11. наличие у лиц, допущенных к деятельности по обращению с опасными отходами, профессиональной подготовки, подтвержденной свидетельствами (сертификатами) на право работы с опасными отходами, включая:

а. перечень лиц, допущенных к обращению с опасными отходами, с указанием их фамилий, имен, отчеств, должностей и должностных обязанностей, связанных с планируемой деятельностью по обращению с опасными отходами;

б. дат и номеров выдачи соответствующих свидетельств (сертификатов) перечисленным лицам, допущенным к обращению с опасными отходами, с указанием наименования образовательных учреждений, выдавших такие свидетельства, наличия у таких учреждений лицензии на осуществление образовательной деятельности и приложением даты выдачи и срока действия такой лицензии, копий программ, по которым осуществлялась профессиональная подготовка на право работы с опасными отходами.

12. наличие производственных помещений, объектов размещения отходов, соответствующего техническим нормам и требованиям

оборудования, транспортных средств, необходимых для осуществления деятельности по обращению с опасными отходами, включая информацию о наличии прав собственности или иных прав на земельные участки, недвижимое имущество, производственные помещения, оборудование, транспортные средства и иное имущество, используемое при осуществлении намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами.

13. Наличие средств контроля и измерений, подтверждающих соблюдение нормативов допустимого воздействия на окружающую среду при осуществлении деятельности по обращению с опасными отходами, включая:

- a. используемых средствах измерений;
- b. проведении испытаний средств измерений;
- c. соблюдении установленной в техническом паспорте средства измерения области его применения;
- d. периодичности проведения проверок средства измерения;
- e. используемых методиках выполнения измерений.

Сведения о намечаемой деятельности, связанной с образованием опасных отходов. В этом разделе приводится информация о технологических процессах (основных и вспомогательных), в результате которых образуются опасные отходы.

Сведения о намечаемой деятельности по сбору опасных отходов. В этом разделе приводится информация о способах и условиях сбора конкретных видов опасных отходов.

Сведения о намечаемой деятельности по использованию опасных отходов. В этом разделе приводится информация о:

- цели использования опасных отходов - производство товаров, выполнение работ, оказание услуг, получение энергии;

- способах и условиях использования конкретных видов опасных отходов;

- наличии технической и технологической документации об использовании опасных отходов;

- наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы на предполагаемые к применению технологии использования опасных отходов с указанием его даты выдачи и номера и выдавшего органа;

- наличии объектов/установок по использованию опасных отходов с указанием их проектных характеристик и наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы на проект установки по использованию опасных отходов с указанием его даты выдачи и номера и выдавшего органа;

- наличии и характеристиках оборудования по очистке выбросов загрязняющих вредных веществ в атмосферный воздух в случае использования опасных отходов, в том числе с целью получения энергии путем их сжигания;

- наличии и характеристиках оборудования по очистке сточных вод от загрязняющих вредных веществ;

- вторично образующихся опасных отходах с указанием их количества, класса опасности для окружающей природной среды, опасных свойств, планируемых операциях по обращению с такими опасными отходами.

Сведения о намечаемой деятельности по обезвреживанию опасных отходов. В этом разделе приводится информация о:

- способах и условиях обезвреживания конкретных видов опасных отходов;

- наличии технической и технологической документации об обезвреживании опасных отходов;

- наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы на предполагаемые к применению технологии обезвреживания опасных отходов с указанием его даты выдачи и номера и выдавшего органа;

- наличии объектов/установок по обезвреживанию опасных отходов с указанием их проектных характеристик и наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы на проект установки по обезвреживанию опасных отходов с указанием его даты выдачи и номера и выдавшего органа;

- наличии и характеристиках оборудования по очистке выбросов загрязняющих (вредных) веществ в атмосферный воздух, в том числе в случае обезвреживания опасных отходов путем сжигания;

- наличии и характеристиках оборудования по очистке сточных вод от загрязняющих (вредных) веществ;

- вторично образующихся опасных отходах с указанием их количества, класса опасности для окружающей природной среды, опасных свойств, планируемых операциях по обращению с такими опасными отходами.

Сведения о намечаемой деятельности по транспортировке опасных отходов. В этом разделе приводится информация о:

- наличии лицензии на транспортирование опасных грузов с указанием даты, номера выдачи и органа, ее выдавшего;

- наличии паспортов опасных отходов, планируемых к транспортированию, с указанием даты утверждения и организаций, принявших решение о таком утверждении;

- наличии специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств;

- соблюдении требований безопасности к транспортированию опасных отходов на транспортных средствах.

Сведения о намечаемой деятельности по размещению опасных отходов. В этом разделе приводится информация о: – наличии положительного заключения государственной экологической экспертизы на предполагаемый к использованию проект объекта по размещению опасных отходов с указанием его даты выдачи, номера и выдавшего органа;

- мерах по изоляции опасных отходов на объекте по их размещению;
- специальном оборудовании объекта по размещению опасных отходов;

- организации мониторинга состояния окружающей среды на объекте по размещению опасных отходов и в пределах его воздействия на окружающую среду с указанием периодичности его осуществления, наблюдаемых параметрах.

**Приложения.** В Приложениях представляются копии документов и иные дополнительные и/или справочные материалы, в том числе:

- копия свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды;

- копии материалов, обосновывающих отнесение опасного отхода к классу опасности для окружающей природной среды, в случае отсутствия сведений о данном опасном отходе в федеральном классификационном каталоге отходов или свидетельства о классе опасности отхода для окружающей природной среды;

- копия паспорта опасного отхода (при условии его оформления);

- копия свидетельства (копии свидетельств) о профессиональной подготовке лиц на право работы с опасными отходами;

- копия программы, по которой осуществлялась профессиональная подготовка на право работы с опасными отходами;

– копия лицензии на осуществление образовательной деятельности образовательного учреждения, осуществлявшего профессиональную подготовку на право работы с опасными отходами;

– документация о проведении общественных обсуждений намечаемой деятельности по обращению с опасными отходами (при условии их проведения);

– иное.

### **Санитарно-эпидемиологическое заключение**

Санитарно-эпидемиологические заключения выдаются на основании проведенной санитарно-эпидемиологической экспертизы, согласно статьям 22 и 42 закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

Выдача санитарно-эпидемиологического заключения осуществляется согласно «Порядку выдачи санитарно-эпидемиологических заключений», утвержденному приказом Роспотребнадзора от 19 июля 2007 г. № 224. Санитарно-эпидемиологическое заключение выдается на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов. Заявляемая деятельность должна соответствовать требованиям СанПиН 2.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления». Срок действия санитарно-эпидемиологического заключения на вид деятельности не ограничен (бессрочно). Санитарно-эпидемиологические заключения подлежат переоформлению в случаях реорганизации, изменения наименования, места нахождения юридического лица или места жительства индивидуального предпринимателя, осуществляющих деятельность.

Для получения санитарно-эпидемиологического заключения в Территориальное Управление Роспотребнадзора предоставляются

следующие документы (перечень документов может несколько отличаться в разных ТУ, некоторые документы из представленного списка могут не потребоваться):

а) заявку о проведении экспертизы и выдаче санитарно-эпидемиологического заключения о соответствии заявленного вида деятельности (работ, услуг) государственным санитарно-эпидемиологическим правилам и нормам;

б) копию свидетельства о внесении записи в Единый государственный реестр юридических лиц, индивидуальных предпринимателей;

в) копию документа на право пользования помещением (договор аренды, свидетельство о праве собственности).

б) определение классов опасности для здоровья человека (паспорта опасного отхода);

в) экологическое обоснование деятельности по обращению с опасными отходами на предприятии;

г) акт комплексного обследования предприятия по вопросам выполнения санитарного законодательства при обращении с отходами производства и потребления специалистами соответствующего отдела Роспотребнадзора (для действующих предприятий);

д) проект программы производственного контроля, составленной в соответствии с заявленными видами деятельности, санитарными правилами СП 1.1.1058-01 и предусматривающей контроль за соблюдением СанПиН, СП, ГН, МУ.

### **Санитарно-эпидемиологическая экспертиза**

Проведение санитарно-эпидемиологической экспертизы проводится согласно «Порядка организации и проведения санитарно-эпидемиологических экспертиз, обследований, исследований, испытаний и токсикологических, гигиенических и иных видов оценок», утвержденному

приказом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 19 июля 2007 г. № 224. Срок проведения экспертизы не может превышать двух месяцев.

Проведение экспертизы по заявлениям осуществляется на договорной основе.

## ВЫПОЛНЕНИЕ РАБОТЫ

Работа проводится в дисплейном классе с применением программного комплекса «Stalker».

### Задание 1. Составление паспортов на опасные отходы

В модуле **Заполнение паспорта отходов** по вариантам, приведенным в задании 1, (табл. 1) заполнить паспорта на опасные отходы.

Таблица 1

Варианты задания 1

№ варианта	Наименование отхода (класс опасности)	Наименование компонента	Содержание (% от массовой доли)
1	ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак (1)	Стекло	93.0
		Алюминий	2.0
		Ртуть	0.03
		Люминофор	4.97
2	кислота серная аккумуляторная отработанная (3)	Серная кислота	17.0
		Механические примеси (п.13 «Крит.»*)	2.0
		Свинец (Прил.2. «Крит.»*)	1.0
		Вода (п.13 «Крит.»*)	80.0

3	Лом черных металлов несортированный (5)	Лом черных металлов	100
4	обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%) (4)	Ткань х / б	81.0
		Нефтепродукты	16.0
		Механические примеси	3.0
5	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный) (4)	Бумага, картон	12.0
		Полимеры	15.0
		Стекло	9.0
		Металл	10.0
		Дерево	7.0
		Текстиль	8.0
		Пищевые остатки	19.0
Смет с полов и строительный мусор	20.0		

\* - В базе данных справочников программного комплекса «Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды».

## **Задание 2. Расчет полигона твердых бытовых отходов**

Наиболее распространенными в настоящее время сооружениями по обезвреживанию удаляемых из города ТБО являются полигоны. Полигоны - комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания ТБО, обеспечивающий защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующий распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Проектирование, эксплуатация и рекультивация полигонов для твердых бытовых отходов производятся в соответствии с Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых

бытовых отходов, утвержденной Министерством строительства РФ 2 ноября 1996 года.

### **Условия размещения полигонов ТБО:**

Полигоны ТБО размещают при выполнении следующих условий. На землях несельскохозяйственного назначения, непригодных для сельского хозяйства, ухудшенного качества, не занятых зелеными насаждениями.

На участках, где есть возможность осуществления мероприятий и внедрения инженерных решений, исключающих загрязнение окружающей природной среды, развитие опасных геологических процессов или других негативных процессов и явлений.

На участках, прилегающих к городским территориям, если они не включены в жилую застройку в соответствии с генеральным планом развития города на ближайшие 25 лет, а также под перспективную застройку.

На участках, характеризующихся природной защищенностью подземных вод от загрязнения. Грунтовые воды на участке размещения полигонов ТБО должны находиться на глубине не менее 2 м от его основания.

За границами зон возможного влияния на водозаборы, поверхностные воды, заповедники, курорты и т.д. С учетом розы ветров относительно жилой застройки, зон отдыха и других мест массового пребывания населения, за границами санитарно-защитной зоны. За границами городов.

Рекомендуемая площадь участка складирования ТБО при сроке эксплуатации 15 лет представлена в таблице 2.

При проектировании высотных полигонов ТБО наиболее экономичными являются земельные участки, близкие по форме к квадрату, и предполагающие максимальную высоту складирования ТБО. Заложение откосов высотного полигона определяется расчетами надежности в

зависимости от физико-механических характеристик ТБО и грунтов карьеров, из которых будут отсыпаться ограждающие сооружения. По контуру подошвы склонов высотного полигона ТБО следует предусмотреть лотки для сбора и отвода фильтрата.

Таблица 2

Рекомендуемая площадь участка складирования ТБО, га

Средняя численность обслуживаемого населения, тыс.чел.	Средняя высота складирования ТБО, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	5,5	—	—	—	—
100	12,5	8,5	7,5	—	—	—
250	31,0	21,0	16,0	13,5	—	—
500	61,0	41,0	31,0	23,0	20,0	—
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	—
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	32,0

Фильтрат – жидкая фаза, образующаяся на полигоне при захоронении ТБО влажностью более 55% и вследствие атмосферных осадков, объем которых превышает количество влаги, испаряющейся с поверхности полигона.

Дно и откосы котлована должны иметь противофильтрационные экраны из природных материалов с коэффициентом фильтрации воды не более  $10^{-9}$  м/с и толщиной не менее 1,0 м.

Если противофильтрационный экран из минерального грунта не отвечает требованиям, применяется искусственный противофильтрационный экран, имеющий коэффициент фильтрации воды не более  $10^{-9}$  м/с, срок службы более 75 лет, стойкий к возможным нагрузкам, ультрафиолетовому излучению и повреждению грызунами.

Схематический разрез высотного полигона ТБО представлен на рисунке 1.

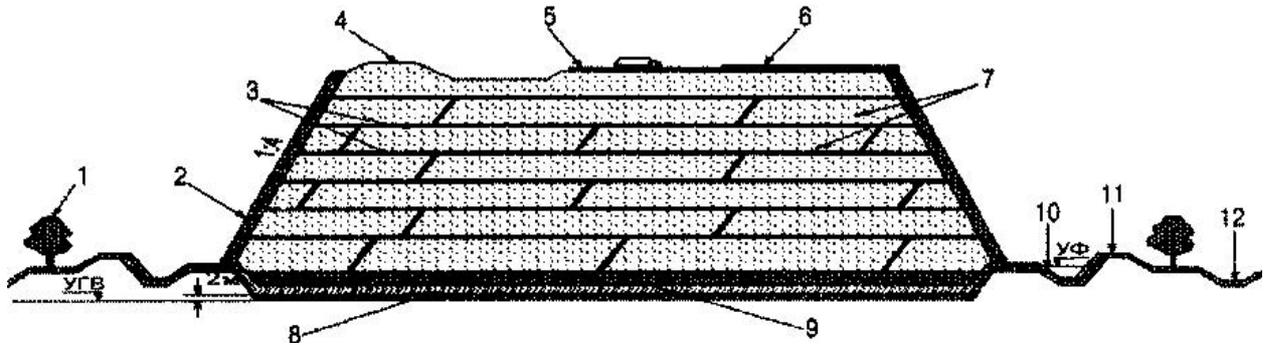


Рисунок 1 – Схема высотного полигона ТБО: 1 – лесная полоса; 2 – боковой внешний изолирующий слой; 3 – промежуточный изолирующий слой; 4 – ТБО, укладываемые на рабочей карте; 5 – временная тупиковая дорога; 6 – временный проезд с твердым покрытием; 7 – твердые бытовые отходы; 8 – естественное или искусственное водонепроницаемое основание; 9 – насыщенные фильтратом отходы; УФ – уровень фильтрата, УГВ – уровень грунтовых вод; 10 – лоток для сбора и отвода фильтрата дождевых и талых вод со склонов; 11 – обваловка фильтратосборного лотка; 12 – нагорная канава для сбора и отвода незагрязненного поверхностного стока (дождевых и талых вод)

### Порядок выполнения расчетов

Расчет полигона твердых бытовых отходов проводится по следующим этапам:

#### 1. Определение общей вместимости полигона ТБО

Для этого необходимы следующие данные:

1) расчетный срок эксплуатации полигона  $T$ , лет;

- 2) удельная норма образования отходов на одного человека в год  $W_1$ ,  $\text{м}^3/\text{чел}\cdot\text{год}$ ; в среднем  $W_1 = 1,2 \text{ м}^3/\text{чел}\cdot\text{год}$ .
- 3) скорость ежегодного прироста удельной нормы  $U$ , %; принимаем  $U = 1,8\%$ ;
- 4) численность населения города на момент проектирования полигона  $N_1$ , чел;
- 5) прогнозируемая численность населения города через  $T$  лет –  $N_2$ , чел.;
- б) ориентировочная высота «холма» ТБО на полигоне, согласованная с архитектурно-планировочным управлением города,  $H_{\text{П}}^{\text{оп}}$ , м;

1.1. Определение удельной нормы образования  $W_2$  отходов через  $T$  лет,  $\text{м}^3/\text{чел}\cdot\text{год}$ :

$$W_2 = W_1 \left( 1 + \frac{U}{100} \right)^T, \quad (1)$$

1.2. Расчет общей вместимости полигона  $E_T$ ,  $\text{м}^3$ :

$$E_T = \frac{W_1 + W_2}{2} \cdot \frac{N_1 + N_2}{2} \cdot \frac{K_2}{K_1} \cdot T, \quad (2)$$

где  $N_1$  – численность населения города на момент проектирования полигона, чел;

$N_2$  – численность населения на момент ввода полигона в эксплуатацию и спустя время  $T$ , чел.;

$K_1$  – коэффициент уплотнения ТБО за весь период  $T$ ;

$K_2$  – объем изолирующих слоев грунта;

$T$  – период эксплуатации полигона до его закрытия, лет;

Коэффициенты  $K_1$  и  $K_2$  определяются по таблице 3 и 4 в зависимости от ориентировочной высоты «холма» полигона ТБО  $H_{\text{П}}^{\text{оп}}$ , м.

Таблица 3

Значения коэффициента  $K_1$ 

Масса бульдозера, т	Ориентировочная высота «холма» полигона ТБО $H_{\Pi}^{op}$ , м	$K_1$
14	10	3,7
14	10...30	4,0
20...25	более 30	4,5

Таблица 4

Значения коэффициента  $K_2$ 

$H_{\Pi}^{op}$ , м	< 5,0	5,0...7,0	7,1...9,0	12	15	39	50
$K_2$	1,37	1,27	1,25	1,24	1,2	1,18	1,16

## 2. Определение площади полигона

Основание полигона принимаем в виде прямоугольника, а форму «холма» отходов – в виде усеченной пирамиды.

2.1. Из объема пирамиды ( $V = S \cdot H/3$ ) определяют ее основание (площадь участка складирования ТБО)  $S_{yc}$ , м<sup>2</sup>

$$S_{yc} = \frac{3 \cdot V}{H} = \frac{3E_T}{H_{\Pi}^{op}}, \quad (3)$$

2.2. Вокруг участка складирования отходов должны быть свободная площадь для движения и работы транспорта, механизмов, обслуживающего персонала и подъездных дорог. Поэтому необходимая под полигон площадь  $S_{\Pi}$  (м<sup>2</sup>) должна быть больше участка складирования

$S_{yc}$  для размещения вспомогательной зоны  $S_{всп}$  (принимая  $S_{всп} = 0,6$  га) и проездных дорог (коэффициент 1,1)

$$S_{\Pi} = 1,1 \cdot S_{yc} + S_{всп} \quad (4)$$

### 3. Уточнение высоты «холма» ТБО и расчет параметров котлована

Практика показывает, что грунт для изолирующих промежуточных слоев, а в будущем для рекультивационного (верхнего) слоя при закрытии свалки экономически целесообразно заготавливать из котлована под основание участка складирования ТБО.

3.1. Холм полигона имеет вид усеченной пирамиды. Объем усеченной пирамиды  $V$ ,  $m^3$  («холма» ТБО) можно определить по формуле:

$$V = \frac{1}{3} (S_H + S_B + \sqrt{S_H \cdot S_B}) \cdot H, \quad (5)$$

где  $S_H$ ,  $S_B$  – площадь нижнего и верхнего основания пирамиды,  $m^2$ ;

$H$  – высота пирамиды, м.

Таким образом, общая вместимость полигона  $E_{\Pi}$ ,  $m^3$

$$E_{\Pi} = \frac{1}{3} (S_{yc} + S_B + \sqrt{S_{yc} \cdot S_B}) \cdot H_{\Pi} \quad (6)$$

Отсюда, уточняем высоту полигона  $H_{\Pi}$ , м

$$H_{\Pi} = \frac{3 E_{\Pi}}{S_{yc} + S_B + \sqrt{S_{yc} \cdot S_B}} \quad (7)$$

Площадь верхнего основания холма полигона представляет форму квадрата. Принимаем  $S_B = 40 \times 40 m^2$ .

3.2. Определяем требуемый объем грунта  $V_{Г}$ ,  $m^3$

$$V_{Г} = E_{\Pi} \left( 1 - \frac{1}{K_2} \right) \quad (8)$$

3.3. Глубина котлована  $H_K$  (м) с учетом откосов (коэффициент 1,1) равна:

$$H_K = 1,1 \frac{V_{Г}}{S_{yc}} \quad (9)$$

3.4. Оценивают верхнюю отметку полигона ТБО  $H_{BO}$ , м

$$H_{BO} = H_{П} - H_{К} + 1 \quad (10)$$

Высоту наружного изолирующего слоя грунта принимают равной 1 м, что учтено в формуле (10).

### Выполнение расчетов

Для выполнения работы необходимо по вариантам исходных данных приведенных в таблице 5:

определить общую вместимость полигона ТБО;

рассчитать площадь полигона;

произвести уточнение высоты «холма» ТБО и расчет параметров котлована.

Таблица 5

Исходные данные для расчета

№ вар	T, лет	$N_1$ , тыс. чел	$N_2$ , тыс. чел	$H_{П}^{op}$ , м
1	20	350	500	20
2	20	1300	2000	40
3	25	280	450	25
4	18	630	1000	30
5	22	410	800	30
6	25	250	520	20
7	20	1100	1800	35
8	18	800	1100	30
9	19	425	630	30
10	22	370	530	30
11	23	1600	2200	40
12	25	1025	1500	40

13	20	220	390	20
14	18	420	610	25
15	18	550	950	25
16	22	1310	2000	40
17	22	355	940	20
18	25	820	1300	30
19	20	225	475	20
20	18	510	975	25
21	20	1400	1900	40
22	23	345	420	20
23	22	660	1400	25
24	25	1250	2300	40
25	25	440	710	25
26	18	970	1100	40
27	20	340	470	25
28	23	800	970	30
29	22	450	560	20
30	25	600	770	40

## СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

в тетради по результатам расчетов заполнить таблицу 6;

на электронном носителе сохранить заполненные формы паспортов на опасные отходы;

сделать выводы по работе.

Таблица 6

### Форма представления отчета

№вар.	$E_T, \text{ м}^3$	$S_{\text{УС}}, \text{ м}^2$	$S_{\text{П}}, \text{ м}^2$	$H_{\text{П}}, \text{ м}$	$V_{\text{Г}}, \text{ м}^3$	$H_{\text{ВО}}, \text{ м}$

## КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

- Какими документами регламентируется лицензирование деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию и размещению опасных отходов?
- Как должна проводиться экологическая экспертиза деятельности в сфере отходов?
- Для чего необходим паспорт на опасные отходы?
- Устройство полигона ТБО.

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №3.

Поиск информации в сети Internet. Работа с электронным каталогом и базами данных по технологиям переработки отходов.

Цель: Знакомство с нормативной документацией в области обращения с отходами.

Задание

1. Проработать литературу, указанную в рабочей программе по дисциплине «Переработка и утилизация промышленных и бытовых отходов».
2. Заполнить таблицу согласно номеру варианта.
3. Оформить отчет. В отчете ответить на следующие вопросы:
  1. Классификация отходов по агрегатному состоянию, по устойчивости
  2. Классификация отходов по степени опасности
  3. Классификация отходов по причине происхождения

Вариант 1

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
97000000 00 00 0				
91100100 01 00 4				
54100312 02 03 3				
57500402 13 00 5				
11110000 00 00 0				
35350400 01 00 0				
17190101 01 00 4				

Вариант 2

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
54800000 00 00 0				
31100000 00 00 0				
35310314 01 01 3				
11111201 08 99 5				
35150366 11 00 4				
19800000 00 00 0				
13301100 00 00 5				

Вариант 3

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
17110503 13 00 5				
57500202 13 00 4				
17130202 04 03 3				
12300500 01 00 4				
91100100 01 00				
59200500 04 01 1				
11110401 08 99 5				

Вариант 4

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
11110401 08 99 5				
91100000 00 00 0				
17130201 04 03 3				
57103800 01 00 5				
31403902 11 00 4				
11110000 00 00 0				
59900101 13 01 1				

Вариант 5

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
97000000 00 00 0				
51502101 01 01 2				
11111200 08 00 0				
57500402 13 00 5				
54100313 02 03 3				
35350400 01 00 0				
17130301 04 03 3				

Вариант 6

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
17130201 04 03 3				
91100100 01 00 4				
35310314 01 01 3				
35310115 08 99 5				
91100100 01 00 4				
19800000 00 00 0				
31202900 01 01 4				

Вариант 7

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
11110401 08 99 5				
57500202 13 00 4				
17130301 04 03 3				
58101103 01 99 5				
54800000 00 00 0				
92110101 13 01 2				
11110401 08 99 5				

Вариант 8

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
11110401 08 99 5				
54800000 00 00 0				
17130201 04 03 3				
92360100 13 00 5				
31403902 11 00 4				
54100313 02 03 3				
13100102 03 01 3				

Вариант 9

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
12300500 01 00 4				
91100100 01 00 4				
11403002 02 99 5				
57500402 13 00 5				
97000000 00 00 0				
35350400 01 00 0				
17300000 00 00 0				

Вариант 9

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
35410216 11 00 4				
51300600 00 01 1				
35310314 01 01 3				
11110500 01 99 5				
57800100 01 00 4				
19800000 00 00 0				
57103601 01 00 5				

Вариант 10

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
11130401 03 99 5				
57500202 13 00 4				
11130300 01 99 5				
54100313 02 03 3				
92110102 13 01 3				
57500402 13 00 5				
11110401 08 99 5				

Вариант 11

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
12300500 01 00 4				
91200400 01 00 4				
17130201 04 03 3				
91200500 01 00 5				
31403902 11 00 4				
54800000 00 00 0				
59900101 13 01 1				

Вариант 12

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
57500402 13 00 5				
91100100 01 00 4				
35410120 01 99 5				
13100402 03 01 3				
54100313 02 03 3				

35350400 01 00 0				
13100101 03 01 3				

Вариант 13

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
11110200 08 99 5				
59900101 13 01 1				
35310314 01 01 3				
57100902 01 00 4				
35310211 01 01 2				
19800000 00 00 0				
58100400 01 99 5				

Вариант 14

Код отхода по ФККО	Происхождение отхода	Агрегатное состояние и физическая форма отхода	Опасные свойства отхода и их комбинации	Класс опасности для окружающей природной среды
91200500 01 00 5				
57500202 13 00 4				
11130401 03 99 5				
97000000 00 00 0				
11120300 01 99 5				
35310318 01 01 3				
11110401 08 99 5				

## Приложение 1

Вид вторичного сырья	Код ФККО	Класс опасности для ОПС	Опасные свойства	Опасный отход, +/-
Вторичные текстильные материалы	58100000 00 00 0			
<i>Отходы х/б волокна</i>	58100400 01 99 5	5	Нет	-
<i>Отходы швейного текстиля</i>	58100500 01 99 5	5	Нет	-
<i>Отходы полиэфирных тканей</i>	58101102 01 99 5	5	Нет	-
<i>Отходы х/б тканей</i>	58101107 01 99 5	5	Нет	-
Отходы полимерных материалов	57100000 00 00 0			
<i>Отходы полиэтиленовых изделий</i>	57101800 01 00 4	4	Не установлены	+
<i>Отходы полистирола</i>	57102901 01 99 5	5	Нет	-
<i>Отходы полипропилена</i>	57103001 01 99 5	5	Нет	-
<i>Отходы полиметилметакрилатов</i>	57103900 01 00 5	5	Не установлены	Требует доказательств
<i>Отходы АБС</i>	57103801 01 00 5	5	Не установлены	Требует доказательств
Отходы резины	57500100 01 00 0			
<i>Резиновая крошка</i>	57500104 01 00 5	5	Не установлены	Требует доказательств
<i>Шины обработанные</i>	57500200 13 00 4	4	Пожароопасность	+
Макулатура	18700000 00 00 0			
<i>Обрезки типографии</i>	18710101 01 00 5	5	Пожароопасность	+
<i>Отходы гофрокартона</i>	18710203 01 00 5	5	Пожароопасность	+
<i>Офисная бумага</i>	18710300 01 00 5	5	Пожароопасность	+
<i>Отходы печатной продукции (кроме белой бумаги)</i>	18710500 01 00 5	5	Пожароопасность	+
<i>Смешанные отходы бумаги и картона</i>	18790100 01 00 4	4	Пожароопасность	+
Стеклобой	37400802 01 99 5	5	Нет	-
Лом и отходы черных металлов	35100000 00 00 0			
<i>Лом чугуна</i>	35110101 01 99 5	5	Нет	-
<i>Лом стальной</i>	35120101 01 99 5	5	Нет	-
<i>Консервные банки</i>	35120103 13 99 5	5	Нет	-
Лом и отходы цветных металлов	35300000 00 00 0			
<i>Лом алюминия</i>	35310101 01 99 5	5	Нет	-
<i>Лом олова</i>	35310201 01 01 3	3	Токсичность	+
<i>Лом меди</i>	35310301 01 01 3	3	Токсичность	+
<i>Лом свинцовый</i>	35410101 01 99 5	5	Нет	-
<i>Лом цинка</i>	35310401 01 01 3	3	Токсичность	+
<i>Лом никеля</i>	35311001 01 01 4	4	Токсичность	+
<i>Ртутные лампы</i>	35330100 13 01 1	1	Токсичность	+
<i>Аккумуляторы с электролитом</i>	92110101 13 01 2	2	Токсичность	+
<i>Отходы кабеля и проводов</i>	92360000 13 00 5	5	Не установлены	Требует доказательств
Отходы кожи	14700000 00 00 0			
<i>Обрезки хромовой кожи</i>	14700203 01 00 4	4	Не установлены	+
<i>Обрезки кожи нехромового дубления</i>	14700303 01 99 5	5	Нет	-
Кожа	13200001 01 00 5	5	Не установлены	Требует доказательств
Моторное масло	54100301 02 03 3	3	Пожароопасность	+

*Примечание:*

*Данный перечень не является исчерпывающим. В каждом конкретном случае уточняется код ФККО, так и опасные свойства отходов.*

*Твердые бытовые отходы (не сортированные) имеют код ФККО 91100100 01 00 4, т.е. относятся к III классу опасности. Поэтому для работы с ТБО нужна лицензия. Это касается, например, мусороперегрузочных станций и станций перегруза. К IV классу опасности, т.е. к опасным отходам относятся также отходы от сноса зданий и сооружений.*

**ИСХОДНЫЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ОТХОДЕ**

(наименование отхода по нескольким сведениям)

Агрегатное состояние и физическая форма: \_\_\_\_\_  
 (агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пластобразный, пыль, пелла, лимулязия, суспензия, сыпучий, гранулят, пористомообразный, пластобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

Состав отхода: \_\_\_\_\_  
 (компонентный состав отхода в процентах)

образован в результате: \_\_\_\_\_  
 (наименование технологического процесса, в результате которого образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил потребительские свойства, с указанием исходного товара)

Класс опасности отхода: \_\_\_\_\_

Опасные свойства: \_\_\_\_\_

Сведения об улолках и объектах размещения отхода: \_\_\_\_\_

Сведения об использовании и обезвреживании отхода: \_\_\_\_\_

Дополнительные сведения: \_\_\_\_\_

ФНО индивидуального предпринимателя или полное наименование юридического лица

Сокращенное наименование: \_\_\_\_\_

ИШП \_\_\_\_\_ ОКАГО \_\_\_\_\_

ОКПО \_\_\_\_\_ ОКВЭД \_\_\_\_\_

Е-май: \_\_\_\_\_ Тел./факс: \_\_\_\_\_

Адрес юридический \_\_\_\_\_

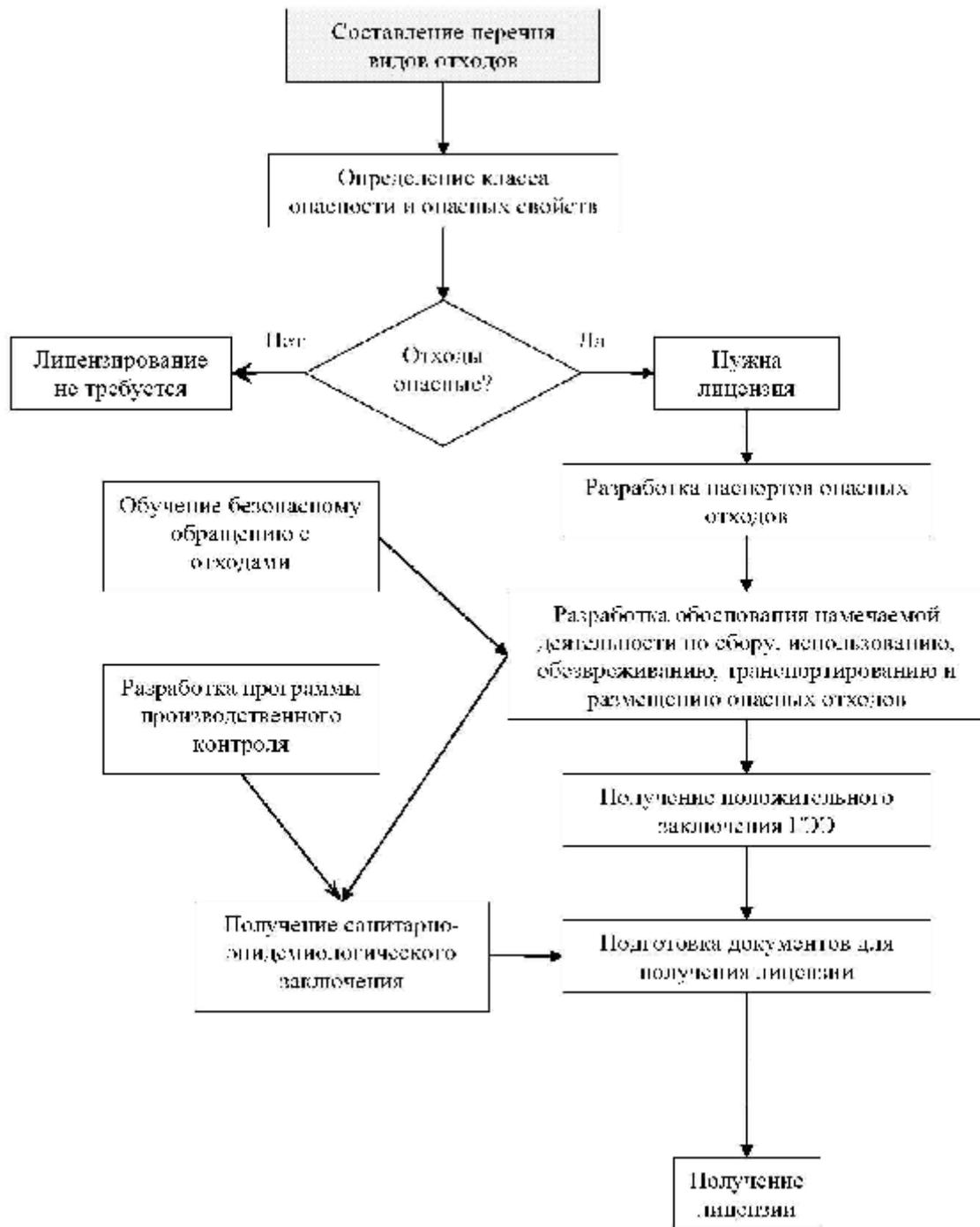
Адрес почтовый \_\_\_\_\_

Руководитель предприятия \_\_\_\_\_

(фамилия, имя, отчество)  
 М.П.

(дата)

(подпись)



Алгоритм получения лицензии

<p><b>СТВЕРЖДАЮ</b>  Руководитель организации  (индивидуальный предприниматель)</p> <p>_____ (подпись)  "___" _____ 20__ г.  М.П.</p>	<p><b>СОГЛАСОВАНО</b>  Руководитель территориального  органа Ростехнадзора России</p> <p>_____ (подпись)  "___" _____ 20__ г.  М.П.</p>
---	---

<b>ПАСПОРТ ОПАСНОГО ОТХОДА</b>
--------------------------------

Составляет из отходов \_\_\_\_\_  
(код и наименование по федеральному классификационному перечню отходов)

\_\_\_\_\_ (препарат, вещество и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, осадок, суспензия, сыпучий, гранулят, порошкообразный, пылеобразный, волокнистый, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

состоящий из \_\_\_\_\_  
(компонентный состав отхода в процентах)

образованный в результате \_\_\_\_\_  
(наименование технологии (способа) процесса, в результате которого образован отход, наименование, в результате которого товар (продукция) утратил свои потребительские свойства, с указанием маркировки исходного товара)

высокий класс опасности для окружающей природной среды \_\_\_\_\_

обладает опасными свойствами \_\_\_\_\_  
(токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, ёмкость, реакционная способность, содержание возбудителей инфекционных болезней)

Дополнительные сведения \_\_\_\_\_

ФИО индивидуального предпринимателя или полное наименование юридического лица \_\_\_\_\_

Сокращенное наименование юридического лица \_\_\_\_\_

ИНН \_\_\_\_\_ ОКАТО \_\_\_\_\_  
ОКПО \_\_\_\_\_ ОКОНХ \_\_\_\_\_  
ОКВЭД \_\_\_\_\_

Адрес юридический \_\_\_\_\_

Адрес почтовый \_\_\_\_\_

Бланк паспорта опасного отхода

**УТВЕРЖДАЮ**

Руководитель организации  
(индивидуальный предприниматель)

“ \_\_\_\_ ” (месяц) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

М.П.

**СОГЛАСОВАНО**

Руководитель территориального органа  
управления по экологическому и  
технологическому надзору

“ \_\_\_\_ ” (месяц) \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

М.П.

**ПАСПОРТ ОПАСНОГО ОТХОДА**

Составлен на отход код 575 002 00 13 00 4, шины пневматические отработанные  
(код и наименование по федеральному классификационному каталогу отходов)

**Готовое изделие, потерявшее потребительские свойства**

(агрегатное состояние и физическая форма отхода: твердый, жидкий, пастообразный, шлам, гель, эмульсия, суспензия, скатанный, гранулы, перетишкообразный, пылеобразный, волокно, готовое изделие, потерявшее свои потребительские свойства, иное)

состоящий из резина – **67 %**; металлокольца, металлокорд – **31 %**; кордовое волокно – **2 %**  
(компонентный состав отхода в процентах)

образованный в результате эксплуатации автотранспорта

(наименование технологического процесса, в результате которого

образовался отход, или процесса, в результате которого товар (продукция) утратил свои

потребительские свойства, с указанием наименования исходного товара)

имеющий класс опасности для окружающей природной среды **4**

обладающий опасными свойствами пожароопасность

(токсичность, пожароопасность, взрывоопасность, иная)

реактивные свойства, содержание взвешенных в воздухе пыли (в процентах)

Дополнительные сведения \_\_\_\_\_

ФИО индивидуального предпринимателя или полное наименование юридического лица: \_\_\_\_\_

Сокращенное наименование юридического лица \_\_\_\_\_

ИНН \_\_\_\_\_ ОКАТО \_\_\_\_\_

ОКПО \_\_\_\_\_ ОКОНХ \_\_\_\_\_

ОКВЭД \_\_\_\_\_

Адрес юридический \_\_\_\_\_

Адрес почтовый \_\_\_\_\_

Пример заполненного паспорта опасного отхода

## ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Утилизация твердых бытовых отходов пиролизным методом.

**Цель:** ознакомление студентов с пиролизным методом утилизации твердых бытовых и промышленных отходов, а также обучение способу оценки степени утилизации отходов.

Работа включает: ознакомление с установкой и процессом переработки отходов, анализ материального баланса.

### 1.1. Утилизация отходов производства

В настоящее время промышленное производство организовано таким образом, что примерно от 70 до 90% исходного сырья и материалов переходит в отходы - остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшихся при производстве продукции и утративших полностью или частично исходные потребительские свойства. Многие отходы по своему токсикологическому действию относятся к высокоопасным и чрезвычайно опасным. Несмотря на это, большая их часть продолжает рассеиваться в окружающей среде, ухудшая ее качество и являясь одной из причин возникновения и обострения экологических проблем.

Возможность стабилизации и последующего улучшения сложившейся неблагоприятной экологической ситуации при необходимости увеличения объемов производства заключается в создании и развитии малоотходных и безотходных технологических процессов и производств, в переработке отходов и утилизации их, а также в обезвреживании и безопасном захоронении используемых отходов.

Под безопасным понимают такой способ производства продукции, при котором наиболее рационально и комплексно используются сырье и энергия в цикле.

Анализ ряда отраслей промышленности с позиций концепции создания экологически чистых (малоотходных и безотходных) производств показал, что безотходная технология развивается в четырех основных направлениях:

- создание и внедрение принципиально новых процессов получения традиционных видов продукции;
- создание различных типов замкнутых систем промышленного водоснабжения в масштабе отдельных производств на базе перспективных способов очистки сточных вод, и отказ от использования поверхностных и подземных вод в качестве источников свежей воды;
- разработка и развитие территориально-производственных комплексов (ТПК), имеющих замкнутую структуру материальных потоков сырья и вторичных материальных ресурсов.
- разработка и внедрение региональных систем обезвреживания и

переработки всех видов отходов производства и потребления, которые рассматриваются как вторичные материальные ресурсы.

## **1.2. Утилизация твердых бытовых отходов (ТБО)**

**Утилизация** (франц. utilisation, от лат. utilis - полезный), употребление с пользой, использование. Весомую долю в общем объеме отходов составляют ТБО. Практически без какой-либо предварительной переработки они складываются в местах организованного захоронения, уничтожаются или утилизируются, часть их беспорядочно рассеивается в окружающей среде. В связи с урбанизацией усложняется состав ТБО. Основную массу составляют бумага, картон, различного рода упаковки и пищевые отходы (порядка 60%). За год в городах накапливается от 300 до 1000 кг ТБО в расчете на одного жителя.

Под отходы заняты значительные земельные площади (по южной зоне области - 693 га), которые длительное время после закрытия свалок не подлежат рекультивации и возвращению в оборот, т.к. процесс разложения органического вещества отходов в естественных условиях протекает крайне медленно.

Удаление и обезвреживание твердых бытовых отходов (ТБО) - наиболее значимый для города неблагоприятный экологический фактор, важнейший показатель санитарного благополучия населения, общественной гигиены.

Среди методов ликвидации отходов в настоящее время первое место принадлежит полигонам твердых бытовых отходов, на которые вывозят порядка 90 - 95 % отходов (сжигание составляет не выше 10 %). При этом сложилось устойчивое мнение: будь-то бы, если ТБО складываются, то тем самым они обезвреживаются. Это далеко от истины. Полигоны – мины замедленного действия, которые будут действовать десятки лет, нанося огромный экологический и социальный ущерб природной среде и, тем самым, населению.

Биохимическое разложение и выделение биогаза – метана, содержание которого может составлять десятки процентов, используется для сбора этих газов в некоторых технологиях на полигонах.

Третьим направлением утилизации ТБО является переработка их в органическое удобрение (компост) путем биопереработки во вращающихся цилиндрических барабанах (диаметром до 4 метров и длиной до 30-60 метров). Процесс происходит в полной изоляции от человека.

Трудность осуществления данного метода состоит в необходимости сложной сортировки и предварительной переработки ТБО.

Четвертый метод - метод сжигания и пирометаллургической переработки. Но он сопровождается большим выделением вредных газов (в том числе диоксинов), требующих очень дорогостоящей очистки.

Одним из наиболее энергосберегающих экологически чистых методов утилизации является метод пиролиза, при котором твердые органические отходы, состоящие из низкосортных горючих веществ, перерабатываются в высококалорийные углеводороды нефтяного ряда, с последующей утилизацией получаемых энергоносителей. При этом глубина утилизации достигает 90 %.

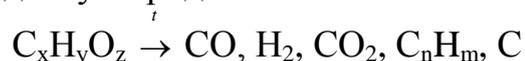
### 1. Теоретические основы процесса переработки твердых бытовых и промышленных отходов

В настоящее время утилизацию любых отходов правомерно рассматривать в контексте с общими проблемами жизнеобеспечения, а именно с надвигающимся экологическим и энергетическим кризисом. В этой связи крайне желательно, чтобы помимо экологической безопасности технология была бы энергетически выгодной или, в крайнем случае, могла максимально сократить отрицательный энергетический баланс.

Кафедрой промышленной экологии разработан метод пиролизной переработки углеродсодержащих отходов различного происхождения в газообразное и жидкое углеводородное топливо.

Появление этого метода обусловило то обстоятельство, что изменился состав отходов, особенно, увеличилось содержание компонентов, сжигание которых затруднено и сопровождается выделением вредных соединений.

**Пиролиз** – это процесс термического разложения углеводородного сырья, например, древесины ( $C_xH_yO_z$ ), в бедной кислородом среде, в результате чего получают горючий газ (смесь  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $C_2H_6$  и др.), жидкие продукты и твердый углеродистый остаток:



Количество и качество продуктов пиролиза определяются составом отходов, их влажностью и температурой процесса. В зависимости от температуры различают следующие виды пиролиза:

- **низкотемпературный пиролиз**, или полукоксование (до 500 °С), при котором максимален выход жидких продуктов, твердого остатка и минимален выход пиролизного газа;

- **среднетемпературный пиролиз**, или средне температурное коксование (500 - 1000 °С), при котором выход газа увеличивается, а выход жидких продуктов и коксового остатка уменьшается;

- **высокотемпературный пиролиз**, или коксование (больше 1000 °С), при котором минимален выход жидких продуктов, твердого остатка и максимален выход пиролизного газа.

Более перспективным, является метод высокотемпературного пиролиза, при котором температура процесса превышает температуру плавления большинства компонентов отходов. Кроме того, при

температуре протекания реакции выше 1500 °С происходит разложение любых опасных отходов, при этом возрастает скорость реакции, увеличивается процент выхода летучих компонентов, снижается объем шлаков. При этом методе изменяется объемное соотношение между твердой и газообразной составляющей конечного продукта, что дает возможность избежать сложных технологий дальнейшей переработки угольного остатка и непосредственно использовать горючий газ (после очистки).

Использование предлагаемого способа переработки ТБО позволяет не только утилизировать бытовые отходы (морфологический состав отходов для города Тюмени представлен в таблице 1.1), но и получать ценные углеводороды нефтяного ряда, вследствие чего значительно сократятся расходы на переработку мусора. Для практического подтверждения теоретической разработки кафедры был построен пилотный образец лабораторной установки.

Лабораторная установка разработанная на кафедре позволяет проводить исследования по изучению физико-химических процессов утилизации отходов.

В качестве источника высокой температуры в предлагаемом методе является электрическая дуга. Выбор теплообразователя определен максимальным КПД перевода электрической энергии в тепловую, которая обеспечивается электрической дугой переменного тока.

В установке используются графитовые электроды, подключенные к выводам сварочного трансформатора (ТД - 250), с возможностью регулирования силы тока в пределах от 50 А до 250 А. Необходимость регулировки силы тока обусловлено тем, что позволяет изучить зависимость основных физических параметров процесса от силы тока, подаваемого на электроды, а следовательно, теплотворной способности дуги.

Таблица 1.1

## Морфологический состав ТБО города Тюмени

<b>Компоненты</b>	<b>%, массовый</b>
Бумага	35 – 40
Пищевые отходы	25 – 30
Садовые отходы	1,5 – 3,0
Дерево	2 – 2,5
Металл	5 – 6
Кости	2 – 3
Кожа, резина	5 – 6
Текстиль	5 – 5,5
Стекло	6 – 6,5
Камни	0,5 – 1
Пластмасса	2 – 3

Прочие	1
Отсев менее 15 мм	5 – 5,5

Графитовые электроды, используемые в экспериментальной установке, представляют собой стержни диаметром 16 мм и 30 мм. Различные диаметры обусловлены длительностью работы электродов, что объясняется тем, что, в данной установке, осуществляется привод только одного электрода (16 мм). Электрод большего диаметра (D) неподвижен, однако, увеличение ресурса его работы и обеспечение постоянства расположения дуги достигается за счет повышения геометрических размеров. Площади сечения электродов определены экспериментально, исходя из их оптимального расхода.

Электрические характеристики, подаваемые на этот тип электродов, способствуют достижению высоких температур (порядка 3000 °К). Это позволяет избежать образования высокотоксичных диоксинов в отходящем пиролизном газе, а, следовательно, снизить воздействие на атмосферу при сжигании газа.

## 2. Описание лабораторной установки

### 3.1. Технические данные и характеристики

Таблица 3.1

Технические данные и характеристики

№	Параметры	Ед. изм.	Значения
1	Род тока		Переменный
2	Напряжение трансформатора первичное	В	220/380
3	Максимальный сварочный ток трансформатора	А	250
4	Максимальное вторичное напряжение под нагрузкой	В	24
5	Потребляемая мощность трансформатора, не более	кВт	6
6	Габаритные размеры (реактора)	мм	
	Длина		800
	Ширина		800
	Высота		1500
7	Объем реактора	л	3,5
8	Масса реактора, не более	кг	50
9	Максимальная температура стенок реактора	°С	100

10	Размер фракции	мм	25x25
11	Насыпная плотность отходов	кг/м <sup>3</sup>	140- 1160

### 3.2. Устройство установки

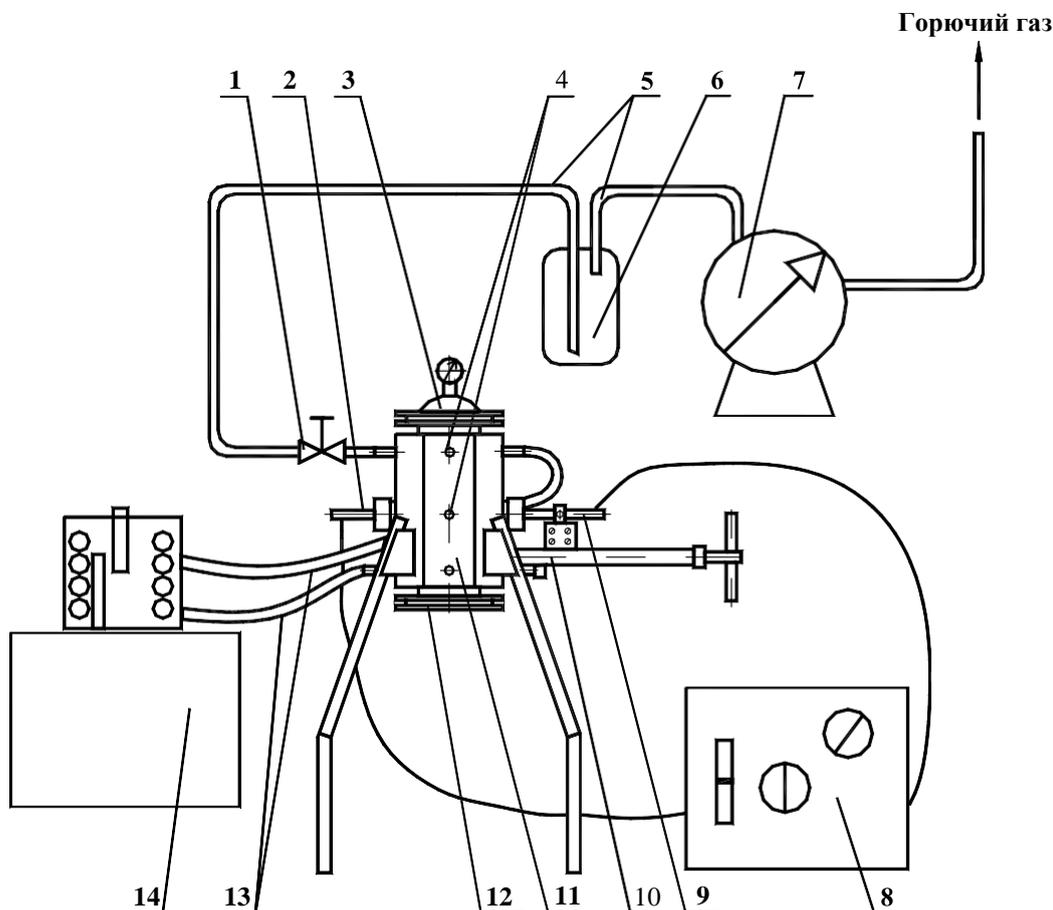


Рис. 3.1 Схема лабораторной установки.

Позиции на рисунке: 1 – регулятор выхода газа; 2 – электрод (D); 3 – загрузочный люк с устройством контроля давления газа; 4 – гнезда размещения температурных датчиков; 5 – газопроводные линии; 6 – сепаратор (конденсатосборник); 7 – газосчетчик; 8 – сварочный трансформатор ТД – 250; 9 – электрод (d); 10 – устройство подачи электрода; 11 – реактор; 12 – люк выгрузки зольного остатка; 13 – шланги системы охлаждения реактора; 14 – термостат.

Реактор (11) предназначен для утилизации органических отходов и представляет собой герметично выполненный металлический бак цилиндрической формы. В верхней части бака расположен люк загрузки отходов (3), на нем установлены манометр и предохранительный клапан. В нижней части имеется люк для выгрузки зольного остатка (12). Крышки люков выполнены съемными, герметичное закрытие их производится при помощи болтовых соединений. Для загрузки могут применяться различные

приспособления в зависимости от вида перерабатываемого отхода (конус, дозатор и т. п.). Реактор имеет водяную рубашку охлаждения объемом 5 литров. Она предназначена для отвода излишков тепла от внешних стенок, обеспечивая безопасность работы реактора и поддержания в нем температуры требуемой для протекания процесса пиролиза. Рубашка охлаждения заключена в общую систему с холодильником и насосом, предназначенным для принудительной циркуляции охлаждающей жидкости (воды). Подача воды в рубашку охлаждения осуществляется насосом термостата (14) по шлангам (13). Общий объем воды для охлаждения - 28 литров.

Внутри реактора перпендикулярно его продольной оси установлены два электрода (2,9), подключенные к выводу сварочного трансформатора переменного тока ТД 250 (8), при помощи которых инициируется процесс пиролиза. Один из электродов закреплен неподвижно, другой имеет возможность продольного перемещения, что обеспечивает регулировку зазора между электродами, то есть длины дуги и ее токовых характеристик (напряжение и сила тока). При увеличении расстояния возрастает напряжение и снижается сила тока. Электроды выполнены из графита. Диаметр подвижного электрода 16 мм (9), неподвижного - 30 мм (2). Подача электродов производится вручную при помощи устройства подачи (10).

По высоте стенки реактора размещены гнезда для установки термодатчиков (4). Первая термопара расположена в средней части установки (на высоте 155 мм от нижней точки реактора) и предназначена для определения значений температуры в зоне протекания реакции; вторая - на высоте 300 мм, используется для контроля температуры пиролизного газа. Измерение температуры возможно в различных точках установки за счет перемещения термопары относительно источника нагрева, что позволяет исследовать значение градиента температуры, по сечению реактора.

Электрооборудование установки предназначено для приведения в действие и управление работой трансформатора и термостата и включает комплект: датчиков, пусковой и защитной аппаратуры, щит управления и т.п.

Органы управления установкой расположены на выносном щите, где смонтированы: распределительное устройство электрической энергии, электрические розетки, вольтметр и амперметр вторичного тока, счетчик газа, манометр. Горелка на выходе горячего газа оснащена форсункой, которая предотвращает проникновение пламени внутрь трубопровода.

Пускатели трансформатора, двигателя вентиляционной системы и счетчик электрической энергии смонтированы на стене лаборатории.

Питание щита управления осуществляется от 4-х клеммной розетки (380 В).

Все электропотребители запитываются от вводного рубильника

ЯБПВУ 100.

Применяемое оборудование и измерительные приборы приведены в таблице 3.2.

### 3.3. Схема процесса работы установки

Исходный материал (отходы) загружается в реактор, который герметично закрывается. Затем, с помощью электрической дуги, в нем повышается температура. При достижении ее значения порядка четырехсот градусов Цельсия без доступа воздуха начинается процесс пиролиза загруженного материала. Образующаяся в нем смесь газов и паров отводится по трубопроводу через сепаратор в газовый счетчик и дальше в накопитель или на факел. В сепараторе происходит разделение на газовую и жидкую фазу.

Таблица 3.2

#### Оборудование и измерительные приборы установки

№	Наименование оборудования	Марка
1	Трансформатор сварочный ТД-250	ТУ 16.531.539-75
2	Термостат	СЖМЛ-19/2,5-И1
3	Вольтметр, цена деления 0,01 В	В7-40/4
4	Счетчик газа ГС-4	ТУ 4213-008-0023443-95
5	Амперметр переменного тока Интервал измерения 0-400 А	Э378, кл. 1,5 ГОСТ 8711-60
6	Амперметр переменного тока Интервал измерения 0-100 А	Э30 кл. 1,5 ГОСТ 8711-60
7	Вольтметр постоянного тока Интервал измерения 0-150 В	М367 кл. 1,5 ГОСТ 8711-60
8	Весы NAGEMA DDR, предел измерения 1 кг. Цена деления 0,1 г	Тип 34.001
9	Мультиметр (хромель-алюмель с пределом измерения – 20÷1370 <sup>0</sup> С) Цена деления 1 <sup>0</sup>	М-838 с термопарой типа «К»
10	Электросчетчик, цена деления 0,2 кВт/час	СА-4-И678
11	Трубки индикаторные ЗАО «Союзхимпром», ЗАО НПФ «Сервэк»	С применением метода разбавления
12	Газоанализатор	УМК 3000 Р

С целью более полного разделения вся газовая смесь еще до сепаратора проходит через холодильник (змеевик), в котором происходит конденсация основной массы воды и тяжелых углеводородов. Вся сконденсированная жидкость собирается в сепараторе. Дополнительная и последняя очистка газа от влаги и твердых частиц производится при прохождении его через волокнистый (ватный) фильтр на выходе из сепаратора.

Оставшаяся после обработки твердая часть удаляется из реактора механическим (специальным совком) или пневматическим (пылесосом) путем.

Для проведения анализа газа проба отбирается после газового счетчика в стеклянные бюретки, специальную бутылку. В целях утилизации газ может собираться в мягкую емкость или сжигаться.

### **3. ПОРЯДОК РАБОТЫ**

#### **4.1. Подготовка**

Перед началом работы на установке проверяется исправность и работоспособность всех механизмов и приборов:

- определяется состав загружаемого материала;
- производится визуальный осмотр установки и всех коммуникаций;
- проверяется работоспособность весов и инвентаря для перемещения отходов, удаления остатков;
- путем включения производится проверка работоспособности всех необходимых механизмов и приборов (вентиляционная установка, трансформатор, вольтметр, газовый счетчик, U - образный манометр, запорные краны, активатор, термостат, устройство для отбора проб газа, термодатчики, крепление электродов);
- очищается, взвешивается и обвязывается сепаратор;
- проверяется наличие и исправность металлического фильтра (сетки) на выходе из реактора;
- включаются газоанализаторы.

#### **4.2. Загрузка**

При загрузке выполняются нижеследующие операции:

- в целях предотвращения изоляции электродов между собой загружаемым материалом они предварительно смыкаются;
- путем взвешивания отмеряется необходимое количество исходного материала (отходов) и загружается в реактор;
- замеряется глубина уровня загруженного материала;
- закрывается и герметизируется реактор;
- трансформатор настраивается на заданную силу тока.

#### **4.3. Запуск установки**

При запуске установки обеспечивается обязательный следующий порядок операций:

- включается вытяжка;
- подается электроэнергия на пульт управления и трансформатор;
- включается насос термостата;
- фиксируются письменно начальные показания приборов: электросчетчика, счетчика газа, манометров, термометров;
- включается трансформатор и зажигается электродуга, состояние которой контролируется по амперметру и вольтметру;
- с момента загорания дуги начинается отчет времени по секундомеру;

- при необходимости в соответствии с задачей включается активатор.

#### **4.4. Работа установки**

В процессе работы установки производится контроль за всеми ее элементами и обеспечивается их функционирование:

- согласно показаниям амперметра и вольтметра для поддержания электродуги производится перемещение подвижного электрода;
- с помощью шарового крана в реакторе поддерживается требуемое давление;
- производится отбор проб образующегося в реакторе газа;
- через определенные интервалы времени (1 мин.) фиксируются и заносятся в специальный бланк параметры: температура в реакторе (2 точки), температура охлаждающей жидкости, показания счетчика газа, давление после газового счетчика, давление в реакторе, перемещение электрода;
- фиксируется в учетной карточке сила тока и напряжение при которых происходит горение электродуги;
- продолжительность работы установки определяется поставленной задачей;
- остановка работы реактора производится путем выключения трансформатора;
- перед выключением трансформатора смыкают электроды с целью фиксации их положения в момент короткозамкнутого состояния;
- после остановки работы фиксируются максимальные значения показаний счетчика газа, температуры охлаждающей жидкости, а также показания электросчетчика.

#### **4.5. Заключительные работы**

Завершающий объем работ после остановки реактора включает:

- охлаждение реактора до 30-40 °С;
- после охлаждения при отсутствии в реакторе избыточного давления, снимается верхний люк;
- замеряется уровень поверхности оставшегося материала;
- из реактора выбирается вся оставшаяся часть твердого вещества, взвешивается и записывается;
- разбирается сепаратор и определяется масса собранной жидкости (количество жидкости представляет собой разницу до и после работы установки);
- после взвешивания сепаратор очищается, оснащается чистым фильтром и готовится к последующей работе;
- после полного проветривания помещение отключается вентиляция;
- отключается электропитание.

#### 4. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Эксплуатация установки проводится с учетом требований действующих правил:

- правил эксплуатации электроустановок потребителей (ПЭЭТ);
- правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ).

К обслуживанию установок допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие соответствующее медицинское обследование, обучение, инструктаж, проверку знаний по технике безопасности и аттестацию на группу допуска по электрической безопасности.

Проведение инструктажа по технике безопасности обеспечивает заведующий лабораторией согласно ГОСТ 12.0.004 - 90.

Согласно НПБ 105 - 95 помещение относится к категории Г. Это помещения, где применяются не горючие материалы в раскаленном или расплавленном состоянии (кузницы, сварочные посты) либо сгораемые или сжигаемые в виде топлива (котельные).

Установку должны обслуживать не менее двух человек.

Максимальное рабочее давление при работе установки не должно превышать 0,2 МПа.

Опрессовка реактора производится воздухом при давлении 0,3 МПа, сотрудниками лаборатории после каждого ее ремонта, но не реже одного раза в год.

Реактор должен быть оснащен поверенным манометром и предохранительным клапаном.

Электроды должны быть оснащены устройствами, предотвращающими произвольное их движение под воздействием давления внутри реактора.

Основными опасными факторами при работе на установке могут быть:

- поражение электрическим током;
- термоожог;
- пожароопасность.

Выделяют типы воздействия электрического тока на человека:

- электротравмы: ожоги, электрические знаки; металлизация кожи, электрофтальмия, механические повреждения;
- электроудары: судорожное сокращение мышц без потери сознания, судорожное сокращение мышц с потерей сознания, но сохранение дыхания и работы сердца, потеря сознания и нарушение сердечной деятельности, клиническая смерть.

При попадании человека в электрическую цепь необходимо: обесточить оборудование и находящегося под напряжением человека, перенести его в более безопасное помещение, оказать первую

медицинскую помощь (если необходимо сделать искусственное дыхание) и вызвать врача.

Для обеспечения электрической безопасности данная установка оборудована на прокладках из электроизоляционного материала и заземлена путем соединения корпуса электропроводящим кабелем с контуром заземления. Кроме того, все токоведущие части установки заизолированы.

Термоожег вызывается неосторожным обращением человека с горячими предметами или при пожаре. В этом случае необходимо перенести пострадавшего в безопасное от огня место и оказать первую медицинскую помощь. На пораженное место накладывается стерильная повязка, при поражении 2/3 тела пострадавшего необходимо накрыть его стерильной, смоченной в холодной воде марлей или бинтом. По возможности дать обезболивающее и вызвать скорую помощь.

В целях предупреждения термоожега, открытие верхнего люка реактора производить в рукавицах, после его охлаждения до температуры 40 °С.

Для обеспечения пожаробезопасности лаборатория оснащена средствами пожаротушения в соответствии с ГОСТ 12.1.004-85 (огнетушителями ОУ, ящик с песком) и медицинской аптечкой. Все элементы установки должны быть выполнены из термостойких материалов.

#### **Оператор установки обязан:**

Перед началом работы:

- проверить осмотром целостность заземляющих проводников;
- проверить срабатывание кнопок включения и выключения рабочих органов установки (электроды реактора при этом должны быть разведены на расстояние, исключающее появление дуги).

Во время работы:

- обеспечить постоянный визуальный контроль за работой установки, а также ее осмотр на отсутствие внешних повреждений, посторонних шумов, утечек газов, подтекания воды и т.п.;
- обеспечить загрузку ректора в требуемом режиме, контролировать работу всех контрольно-измерительных приборов и датчиков;
- контролировать концентрацию газов в помещении с помощью газоанализаторов;
- при обслуживании установки пользоваться только исправным инструментом;
- рабочее место необходимо постоянно содержать в порядке;
- по окончании работы или на время перерывов в работе, выключить управление и вводной рубильник.

В случае возникновения аварийной ситуации: внезапного появления запаха, дыма или возгорания, принять меры к остановке установки,

организовать вывод обслуживающего персонала и оказание при необходимости первой медицинской помощи.

**Запрещается:**

- эксплуатация установки с повреждениями, утечками, подтеканиями и посторонними шумами;
- работа установки при выключенной вытяжной вентиляции;
- включать, установку не убедившись в ее исправности и надежности блокировок;
- оставлять включенными установку и другие электропотребители без надзора;
- применять вещества, вызывающие самовоспламенение образующегося газа (например: глицерин);
- загромождать проходы около установки и выход из помещения;
- допускать к работе на установке лиц, не прошедших инструктаж по технике безопасности.

С целью закрепления полученных знаний по технике безопасности эксплуатации установки, инструктирующий обязан, провести контрольный опрос. Рекомендуются следующие вопросы:

- какие факторы представляют опасность при работе с установкой;
- типы воздействия электрического тока на человека;
- оказание первой медицинской помощи при поражении электрическим током;
- категория помещения (лаборатории) по пожароопасности;
- получаемые при пожаре травмы и оказание первой медицинской помощи;
- меры по обеспечению взрыво - и пожаробезопасности;
- действия оператора: до, во время и по окончании работы на установке;
- аварийная ситуация и действия при ее возникновении;
- вводимые запреты при эксплуатации установки.

## **5. АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ**

Материальный баланс представляет собой соотношение масс исходного материала и всех, образующихся в результате переработки, продуктов. По материальному балансу можем судить об удельных параметрах процесса, степени переработки материала и возможных потерях.

Материальный баланс можно представить в виде следующей формулы:

$$M_n = M, \quad (6.1)$$

$$M = \sum_{i=1}^n M_i, \quad (6.2)$$

где  $M_n$  – начальная масса перерабатываемого материала (масса навески), г;  
 $M$  – расчетная суммарная масса всех получаемых продуктов, г.

Отклонение расчетной величины суммарной массы от массы, загруженной в установку не должно превышать 10%. Отклонение в расчетах объясняется погрешностью измерений и возможными потерями в технологическом процессе.

$$\sum_{i=1}^n M_i = M_T + M_{ж} + M_G, \quad (6.3)$$

где  $M_T$  – конечная масса твердой фазы, г;

$M_{ж}$  – масса жидкой фазы, г;

$M_G$  – масса образовавшегося газа, г.

Масса жидкой фазы определяется из соотношения:

$$M_{ж} = M_{кс} - M_{нс} + M_{кф} - M_{нф} \quad (6.4)$$

здесь  $M_{кс}$  – конечная масса сепаратора (колбы), г;

$M_{нс}$  – начальная масса сепаратора (колбы), г;

$M_{кф}$  – конечная масса фильтра, г;

$M_{нф}$  – начальная масса фильтра, г.

Масса газа определяется из уравнения:

$$M_G = V_G \cdot \rho_G, \quad (6.5)$$

( $V_G$  – объем образовавшегося газа,  $\text{дм}^3$ ;

$\rho_G$  – плотность образовавшегося газа,  $\text{г/дм}^3$ ).

Объем образовавшегося газа ( $V_G, \text{м}^3$ ) будет равен:

$$V_G = V_k - V_n, \quad (6.6)$$

где  $V_k$  – конечное показание газосчетчика ( $\text{дм}^3$ );

$V_n$  – начальное показание газосчетчика ( $\text{дм}^3$ ).

Плотность газа определяется суммарной плотностью всех его компонентов:

$$\rho_G = \rho_{\text{H}_2} \cdot \frac{C_{\text{H}_2}}{100} + \rho_{\text{CO}} \cdot \frac{C_{\text{CO}}}{100} + \rho_{\text{CH}_4} \cdot \frac{C_{\text{CH}_4}}{100} + \rho_{\text{CO}_2} \cdot \frac{C_{\text{CO}_2}}{100}, \quad (6.7)$$

где  $\rho_{\text{H}_2}, \rho_{\text{CO}}, \rho_{\text{CH}_4}$  и  $\rho_{\text{CO}_2}$  – плотность ( $\text{г/дм}^3$ ) водорода, оксида углерода, метана и диоксида углерода соответственно (см. табл. 6.1).

$C_{\text{H}_2}, C_{\text{CO}}, C_{\text{CH}_4}, C_{\text{CO}_2}$  – объемная концентрация (%): водорода, оксида углерода, метана и диоксида углерода соответственно (см. приложение 2).

Плотность компонентов газа

Газы	H <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	CO <sub>2</sub>
Плотность, г/дм <sup>3</sup>	0,0893	1,25	0,7143	1,9643

Далее производится расчет количества образовавшихся продуктов пиролиза (удельный выход газовой, жидкой фазы, степень переработки отходов).

Удельный выход газа ( $\omega_r$ , % об) может быть рассчитан по формуле:

$$\omega_r = \frac{M_r}{M_n} \cdot 100 \quad (6.8)$$

здесь  $M_r$  – масса образовавшегося газа, г;

$M_n$  – начальная масса перерабатываемого материала (масса навески), г.

Расчет удельного выхода жидкой фазы определен следующим образом:

$$\omega_{ж} = \frac{M_{ж}}{M_n} \cdot 100, \quad (6.9)$$

где  $\omega_{ж}$  – удельный выход жидкой составляющей, %;

$M_{ж}$  – масса жидкой фазы, г;

$M_n$  – начальная масса перерабатываемого материала (масса навески), г;

А степень переработки отходов ( $K$ , %) из соотношения:

$$K = \frac{M_r}{M_n} \cdot 100, \quad (6.10)$$

Теплотворную способность получаемого газа ( $Q$ , ккал/м<sup>3</sup>) можно рассчитать по известной формуле расчета калорийности генераторного, доменного и коксового газов:

$$Q = 25,7 \cdot \frac{C_{H_2}}{100} + 30,2 \cdot \frac{C_{CO}}{100} + 85,55 \cdot \frac{C_{CH_4}}{100}, \quad (6.11)$$

Эффективность работы установки определяется отношением энергии затраченной на переработку отходов к энергии, получаемой при использовании выделившегося газа:

$$\kappa = \frac{Q \cdot V_r \cdot K_3}{W_k - W_n}, \quad (6.12)$$

где  $K_3$  – коэффициент перевода ( $K_3=1,163$ , Вт·ч/ккал);

$W_n$  – начальное значение электросчетчика, кВт·ч;

$W_k$  – конечное значение электросчетчика, кВт·ч.

## 6. Порядок проведения лабораторной работы

Под руководством преподавателя студенты изучают теоретические вопросы утилизации отходов с помощью пиролизного процесса, принципиальную схему установки по утилизации отходов и технику безопасности.

В лаборатории под руководством операторов студенты знакомятся с устройством установки по утилизации отходов и технологией процесса утилизации.

Операторы подготавливают и проводят работу на установке.

Студенты наблюдают за процессом работы установки, получают результаты показаний приборов (приложение 1) и анализа газа (приложение 2) и обрабатывают их.

В процессе обработки необходимо:

- проанализировать эффективность переработки отходов и представить результаты расчета;
- проанализировать полученные результаты и сделать выводы об эффективности переработки отходов пиролизным методом;
- ответить на контрольные вопросы.

### СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название лабораторной работы;
2. Цели проведения лабораторной работы;
3. Расчет материального баланса процесса утилизации;
4. Анализ эффективности работы установки;
5. Выводы.

### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Понятие пиролиза и виды пиролиза.
2. Высокотемпературный пиролиз как метод утилизации ТБО.
3. Морфологический состав твердых бытовых отходов.
4. Схема и составляющие установки.
5. Принцип работы установки.
6. Характеристика электродов.
7. Характеристика системы газоочистки.
8. Расчет по формуле материального баланса.

## Исходные данные для расчетов

Наименование отходов	$M_n$ , г	$M_T$ , г	$M_{нф}$ , г	$M_{кф}$ , г	$M_{ис}$ , г	$M_{кс}$ , г	$V_n$ , л	$V_k$ , л	$W_n$ , кВт·ч	$W_k$ , кВт·ч
Опил древесный	200	36	1	7	649,2	706,2	931	1065	349,5	350,5
Осадки от очистки сточных вод (ОСВ)	400	281,1	1,1	3,8	419,7	455,8	472	606,5	398,6	399,7
Твердые бытовые отходы (ТБО)	200	19,2	2	9	398,5	458,2	910,3	1058	453,9	454,9

## Объемная концентрация компонентов газа (% , об.)

Наименование отходов	$H_2$	$CO$	$CH_4$	$CO_2$
Опил древесный	44	48	4	4
Осадки от очистки сточных вод (ОСВ)	61	32	3	4
Твердые бытовые отходы (ТБО)	45	43	5	7