Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет
имени Гагарина Ю.А.»

Кафедра «Естественные и математические науки»

# УСТАНОВЛЕНИЕ КЛАССА ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Методические указания к практическим занятиям
и выполнению контрольной работы
для студентов направлений

09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»
09.03.04 «Программная инженерия»
15.03.02 «Технологические машины и оборудование»
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»
18.03.01 «Химическая технология»
20.03.01 «Техносферная безопасность»
23.03.01 «Нефтегазовое дело»
29.03.05 «Конструирование изделий легкой промышленности»

очной и заочной форм обучения

**Энгельс 2025**

## Тема: ПРОМЫШЛЕННЫЕ ОТХОДЫ. СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ. УСТАНОВЛЕНИЕ КЛАССА ТОКСИЧНОСТИ

**Цель работы:** освоить расчетный метод определения класса токсичности промышленных отходов, включающий:

1) вероятностный принцип при оценке влияния промышленных отходов на окружающую среду;

2) оценку класса токсичности промышленных отходов сложного состава по химическим соединениям, определяющим уровень токсичности отходов.

## 1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ

### 1.1. Классификация отходов

В процессе производства образуется большое количество отходов, которые при соответствующей обработке могут быть вновь использованы как сырье для производства промышленной продукции. Все виды промышленных отходов делят на твердые, жидкие и газообразные. Твердые – отходы металлов, дерева, пластмасс и других материалов, пыли минерального и органического происхождения от очистных сооружений в системах очистки газовых выбросов промышленных предприятий, а также промышленный мусор, состоящий из различных органических и минеральных веществ (резина, бумага, ткань, песок, шлак и т.д.). К жидким отходам относят осадки сточных вод после их обработки, а также шламы пылей минерального и органического происхождения в системах мокрой очистки газов. Газообразные отходы – это различные отходящие газы (NOx, SOx, COx и др.).

Для полного использования отходов в качестве вторичного сырья разработана их промышленная классификация. Например, лом и отходы металлов по физическим признакам подразделяют на классы, по химическому составу – на группы и марки, по показателям качества – на сорта (ГОСТ 1639-78).

Критерием определения целесообразности переработки отходов в местах их образования является количество и степень использования отходов в производстве. Большая доля в общем объеме твердых отходов принадлежит металлическим отходам. Так, в черной металлургии образование лома и отходов металлов на 1 т выплавляемой стали достигает 650 кг. В стране ежегодно образуется огромное количество сухих осадков сточных вод (СВ) различных производств. Если бы из 100 млн. т. в год сухих осадков СВ удалось бы утилизировать хотя бы 10% отходов для получения удобрений, кормовых добавок, стройматериалов или других полезных продуктов, то чистая прибыль составила бы более 200 млрд. руб. (в ценах 1995 года).

## 1.2. Переработка промышленных отходов

Основные операции первичной обработки промышленных отходов – сортировка, разделка и механическая обработка.

На предприятиях, где образуется большое количество металлоотходов, организуются специальные цеха (участки) для утилизации вторичных металлов. Чистые однородные отходы используют без предварительного металлургического передела.

Отходы древесины широко используют для изготовления товаров культурно-бытового назначения и хозяйственного обихода, изготавливаемых главным образом методом прессования. Кроме того, переработанные древесные отходы применяются в производстве древесно-стружечных плит, корпусов, различных приборов и т.п.

На большинстве промышленных предприятий пластмассы и древесные отходы входят в состав промышленного мусора, технология переработки которого разрабатывается применительно к конкретному предприятию. Переработку промышленных отходов производят на специальных полигонах, создаваемых в соответствии с требованиями «Санитарных норм и правил СНиП 2.01.28-85» и предназначенных для централизованного сбора, обезвреживания и захоронения токсичных отходов промышленных предприятий, НИИ и учреждений. Приему на полигоны подлежат: мышьяковистые неорганические твердые отходы и шламы, ртутьсодержащие отходы, циансодержащие сточные воды и шламы; отходы, содержащие свинец, цинк, олово, кадмий, никель, сурьму, висмут, кобальт и их соединения; отходы гальванического производства; использованные органические растворители; формовочная земля; песок, загрязненный нефтепродуктами. Жидкие отходы перед вывозом на полигон должны быть обезвожены на предприятиях.

Приему на полигон не подлежат отходы, для которых разработаны эффективные методы извлечения металлов и других ценных веществ; нефтепродукты, подлежащие регенерации; радиоактивные отходы.

Переработка отходов на полигонах предусматривает использование физико-химических методов: термическое обезвреживание с утилизацией теплоты, демеркуризацию ламп с утилизацией ртути и других ценных металлов, прокаливание песка и формовочной земли, подрыв баллонов в специальной камере, затаривание отходов в герметичные контейнеры и их захоронение.

Полигоны должны иметь санитарно-защитные зоны: завод по обезвреживанию токсичных отходов мощностью 100 тыс. т. и более отходов в год – 1000 м; завод менее 100 тыс. т. в год – 500 м; участок захоронения токсичных отходов – не менее 300 м.

В связи со строительством полигонов для захоронения неутилизируемых промышленных отходов в масштабах страны поступают запросы от санитарно-эпидемиологических станций, отраслевых министерств и ведомств по методам определения классов опасности токсичных

промышленных отходов в целях их раздельного сбора, затаривания, погрузку на транспорт, доставки на полигон для раздельного захоронения в соответствии с классом опасности.

Класс опасности определяется токсичностью промышленных отходов. **Токсичными промышленными отходами** называют смесь физиологически активных веществ, образующихся в процессе технологического цикла в производстве и обладающих выраженным токсическим эффектом. Это однако не означает, что полигоны складирования являются универсальным способом для ликвидации всего огромного количества промышленных твердых и пастообразных отходов, образующихся в стране. Учитывая постоянно существующую опасность загрязнения окружающей среды при подземном захоронении токсичных отходов, полигонный метод складирования следует рассматривать как вынужденную меру, имеющую ограниченное применение только для токсичных отходов, памятуя о том, что защита окружающей среды от загрязнения промышленными отходами в широких масштабах должна решаться путем внедрения малоотходных, безотходных технологий в каждое производство, а также массовой утилизацией компонентов промышленных отходов в готовый продукт по принципу: отходы одного производства являются сырьем для второго производства.

## 2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДАХ

В основу определения класса токсичности промышленных отходов положен расчетный метод, включающий:

1. Вероятностный принцип при оценке возможного влияния промышленных отходов на окружающую среду.
2. Использование гигиенических регламентов и параметров токсикометрии как наиболее значимых при оценке возможного вредного влияния промышленных отходов.
3. Оценку класса опасности смеси сложного состава по ведущим компонентам смеси.
4. Оптимальное сочетание сравнительно доступных гигиенических, токсикологических и физико-химических параметров, позволяющих адекватно оценить вероятное вредное воздействие токсичных веществ на окружающую среду.
5. Принцип взаимозаменяемости некоторых параметров.

**К критериям вредного воздействия** промышленных отходов на окружающую природную среду относятся:

- предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве;
- летальный исход (гибель) 50% ($LD_{50}$) теплокровных животных (мышей, крыс, морских свинок) при контакте с химическими веществами;
- концентрация компонентов в общей массе отходов;

- растворимость химических компонентов в воде;
- дисперсный состав и летучесть токсичных компонентов.

## 2.1. Определение класса опасности токсичных веществ при наличии ПДК

Расчет индекса опасности ($К_i$) ведут по формуле:

$$K_i = \frac{ПДК_i}{(S_i + C_в)i}; \quad (1)$$

где $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация данного химического вещества, содержащегося в смеси; $S_i$ – растворимость его в воде; $С_в$ – содержание данного компонента в общей массе отходов; i – порядковый номер данного компонента.

Величину «К» округляют до первого знака после запятой.

Рассчитав $К_i$ для отдельных компонентов смеси, выбирают 1-3 ведущих компонента, имеющих минимальное значение $К_i$, причем $К_1<К_2<К_3$. Кроме того, должно выполняться условие: $2К_1 \leq К_3$. Затем определяют суммарный индекс ($К_\Sigma$) по формуле:

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2}\sum_1^n K_i \quad (2)$$

где $n \leq 3$, после чего определяют класс опасности с помощью вспомогательной таблицы 1.

Таблица 1

Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК в почве

| Расчетная величина $К_\Sigma$ по ПДК в почве | Класс опасности | Степень опасности | Примеры веществ, принимаемых в качестве ведущих компонентов |
|---|---|---|---|
| Менее 2 | I | Чрезвычайно опасные | Сулема, хром (У1), бенз(а)пирен |
| От 2 до 16 | II | Высоко опасные | Медь хлористая, свинец азотнокислый |
| От 16,1 до 30 | III | Умеренно опасные | Оксид свинца, никель сернокислый |
| Более 30 | IV | Малоопасные | Диоксид марганца |

## 2.2. Определение класса опасности веществ при отсутствии ПДК

Расчет индекса опасности (Кi) ведут для каждого компонента смеси по формуле (3), используя величину $LD_{50}$ для данного компонента:

$$K_i = \frac{\lg(LD_{50})}{(S + 0{,}1F + C_в)}, \quad (3)$$

где F – коэффициент летучести данного компонента. Остальные обозначения в формуле (1).

Величину $К_i$ округляют до первого знака после запятой.

Рассчитав $K_i$ для отдельных компонентов смеси, выбирают несколько (не более трех) ведущих компонентов смеси, имеющих наименьшее значение $K_i$, причем $K_1<K_2<K_3$. Кроме того, должно выполняться условие: $2K_1 \leq K_3$. затем ведут расчет суммарного индекса опасности ($K_\Sigma$) для смеси из 2-х или 3-х ведущих компонентов по формуле (2), после чего определяют класс опасности смеси с помощью таблицы 2.

Таблица 2

Классификация опасности химических веществ по $LD_{50}$

| Величина $K_\Sigma$, полученная на основе $LD_{50}$ | Класс опасности | Степень опасности | Примеры веществ, принимаемых в качестве ведущих компонентов |
|---|---|---|---|
| Менее 1,2 | I | Чрезвычайно опасные | Сулема, цианистый калий, хром (У1) |
| От 1,2 до 2,2 | II | Высоко опасные | Медь хлористая |
| От 2,3 до 10 | III | Умеренно опасные | Ацетофенон, четыреххлористый углерод |
| Более 10 | IV | Малоопасные | Кальций хлористый |

## 2.3. Определение класса опасности веществ при отсутствии ПДК и $LD_{50}$

При отсутствии ПДК в почве и $LD_{50}$ для некоторых компонентов смеси, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны, в уравнение (2) подставляют условные величины $LD_{50}$, ориентировочно определяемые по величине класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью вспомогательной таблицы 3.

Таблица 3

Классы опасности в воздухе рабочей зоны и соответствующие им условные величины $LD_{50}$

| Класс опасности в воздухе рабочей зоны | Эквивалент $LD_{50}$ (мг/кг) |
|---|---|
| I | 15 |
| II | 150 |
| III | 5000 |
| IV | Более 5000 |

## 2.4. Определение предельно допустимой концентрации токсичного вещества в общей массе токсических отходов

Определение предельно допустимой концентрации токсичных веществ ($C_{пд}$) ведут по формуле:

$$C_{ПД} = \frac{\lg(LD_{50})i \cdot \sum a_i}{n^2 \cdot K_{Ш}} - (S_1 + 0{,}1F_1); \qquad (4)$$

где $\lg(LD_{50})i$ – логарифм величины $LD_{50}$ для того компонента смеси, для которого величина К, определяемая по формуле (3), является минимальной, т.е. для $K_1$; $\Sigma a_i$ – сумма отношений $K_1$, $K_2$, $K_3$ к минимальной величине:

$$\sum a_i = 1 + \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_3}{K_4};$$

S – коэффициент растворимости компонента, соответствующего $K_1$; $F_1$ – летучесть компонента; $K_{III}$ – индекс токсичности, соответствующий III классу

Остальные обозначения см. выше.

Определение величин ПДК в почве, $LD_{50}$, коэффициентов растворимости и летучести, входящих в уравнения (1) и (3), находят по справочникам или с использованием других источников [8, 11, 13, 15]. При наличии в справочниках нескольких величин $LD_{50}$ для различных видов теплокровных животных, выбирают для расчета индекс опасности, имеющий меньшее значение $LD_{50}$. ПДК и $LD_{50}$ могут быть определены экспериментально.

С помощью справочников, других литературных источников или экспериментально находят растворимость данного химического вещества или соединения в воде в граммах на 100 г воды при 25 °С. Эту величину делят на 100, получают безразмерный коэффициент S, который в большинстве случаев находится в интервале от 0 до 1.

С помощью справочников (или других литературных источников) определяют давление насыщенного пара индивидуального компонента смеси (температура кипения при 760 мм. рт. ст. не выше 80 °С) в мм. рт. ст. для температуры 25 °С; полученную величину делят на 760 мм. рт. ст., получают безразмерную величину F, которая находится в интервале от 0 до 1.

## 2.5. Примеры расчета индекса опасности токсичных веществ

Предположим, что 10 т отходов содержат 8 т четыреххлористого углерода ($CCl_4$) и 2 т хлористой ртути ($HgCl_2$).

Четыреххлористый углерод ($CCl_4$). Температура кипения 76,5 °С; растворимость в воде 0,08 г/100 г, т.е. S=0,0008; с помощью справочника химика (Т.1) находим, что давление насыщенного пара равно 112,2 мм. рт. ст. Отсюда F=0,15.

Далее по справочнику Н.Ф. Измерова и соавторов [5] определяем $LD_{50}$ – 9066 мг/кг (для мышей) и 6200 мг/кг (для крыс), 5760 мг/кг (для морских свинок и кроликов). Принимаем наименьшее значение 5760 мг/кг. Отсюда:

$$K_I = \frac{\lg 5760}{0{,}0008 + 0{,}15 + 0{,}8} = 4{,}60.$$

Ртуть хлористая (сулема) $HgCl_2$. Ее растворимость 6,59 г на 100 г воды, т.е. S=0,0659. Минимальное $LD_{50}$=17,5 мг/кг (для мышей); отсюда:

$$K_{II} = \frac{\lg 17{,}5}{0{,}0659 + 0 + 0{,}2} = 5{,}7.$$

Тогда:

$$K_{\Sigma} = \frac{1}{4}(4{,}6 + 5{,}7) = 2{,}6,$$

то есть имеем II класс опасности отходов (см. табл. 1).

## Требования отчетности по работе

Каждый слушатель получает от преподавателя задание по определению суммарного индекса опасности К 4-6 компонентов в смеси вредных веществ, взятых из таблицы приложения.

1. На первом этапе по книгам и справочникам из прилагаемого в методике списка литературы устанавливают ПДК и $LD_{50}$ каждого компонента, его растворимость в воде и по формуле (1) определяют Индекс опасности индивидуального компонента $К_i$.

2. Выбирают 3 наиболее вредных ведущих компонента с наименьшими $К_i$ и по формуле (2) определяют суммарный индекс опасности $К_\Sigma$.

3. Если для компонентов нет ПДК или $LD_{50}$, то аналогичные расчеты проводят по формулам (3) и (4) соответственно.

С помощью таблиц 1-3 проводится классификация опасности химических веществ в зависимости от суммарного индекса опасности величины $К_\Sigma$.

Полученные расчетные данные представляются в виде расчетов и развернутых выводов о классах опасности твердых отходов.

## ЛИТЕРАТУРА


1. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей/Под ред. Н.В. Лазарева и Д.Н. Левиной.-Л.: Химия, 1976.-Т.1-3.
2. Гигиена труда в сельском хозяйстве/Под ред. А.А. Летавета, Л.И. Медведя.-М., 1960.
3. ГОСТ 174.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
4. Грушко Я.М. Ядовитые металлы и их неорганические соединения в промышленных сточных водах.-М.: Химия, 1972.
5. Измеров Н.Ф., Саноцкий И.В., Сидоров Г.К. Параметры токсикометрии промышленных ядов при однократном воздействии. М., 1972.
6. Коган В.Б., Фридман В.М. Справочник по равновесию между жидкостью и паром в бинарных и многокомпонентных системах. М.: Госхимиздат, 1957.
7. Перелыгин В.М., Быковская Т.Г. // Гигиена и санитария.-1978.-№11.-С.22.
8. Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве.-М.: Химия, 1980; 1982.
9. Сидоренко Г.И., Перелыгин В.М. ориентировочное определение класса опасности промышленных твердых отходов расчетным методом // Гигиена и санитария.-1983.-№12.-С.5-8.
10. Справочник по растворимости. Сост. Коган В.В. и др. М.: Наука. Т.1. Кн. 1-2. Бинарные системы.-1962.
11. Справочник химика. 2-е изд. -М.-Л.: Химия, 1962.-Т.1.
12. Справочник химика. 3-е изд. -М.-Л.: Химия, 1971.-Т.2.

ПРИЛОЖЕНИЕ

ОТХОДЫ И КЛАСС ИХ ОПАСНОСТИ

| №№ пп | Наименование отхода и производства, где он образуется | Внешний вид и консис-тенция | Наиболее токсичные компоненты | Методы утилизации, обезвреживания и захоронения | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | применяемые | рекомендуемые |
| Первый класс опасности | | | | | |
| 1. | Отход с содержании-ем порофора 4х3-57 в производстве хлорор ганических кислот | твердое | Хлорорганические соединения | Накопление на территории предприятий | Захоронение на полигоне промотходов |
| 2. | Пыль, содержащая пятисернистый фосфор в гальваническом производстве | твердое | Пятисернистый фосфор | Сжигание | Термическое обезвреживание на полигоне промотходов |
| 3. | Растворы отработанные (обезжиривающие, травильные, рабочие) нейтрализованные гальванического производства | Жидкое, шлам | Цианиды, оксиды меди, хрома, кадмия, никеля и др. тяжелых металлов | Нейтрализация, уплотнение | Извлечение цветных металлов, обезвреживание. Захоронение на полигонах промотходов |
| 4. | Ртуть на активированном угле в производстве гранозана | твердое | Ртуть | Накопление на территории предприятия | Захоронение на полигоне промотходов |
| 5. | Смесь с примесью инсектицидов | жидкое | Инсектициды | Накопление на территории предприятия | Термическое обезвреживание и захоронение на территории промотходов |
| 6. | Смесь с примесью соединений свинца, сурьмы, кадмия в производстве поливинилхлоридной пленки | твердое | Соединения свинца, сурьмы, кадмия | Накопление на территории предприятия | Захоронение на полигоне промотходов |
| 7. | Стекло от переработки шлама | твердое | Ртуть | Накопление на территории предприятия | Разработана и освоена технология переработ ки люминесцентных ламп с изв-лечением ртути |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 8. | Реусы каменноугольные в коксохимическом производстве | твердое | Бенз(а)пирен | Добавка в шихту для коксования | Использовать для добавки в шихту коксования |
| 9. | Шлам селенортут-ный в сернокислот-ном производстве | твердое | Ртуть, селен | Складирование в специальный отвал | Захоронение на полигоне промотходов |
| 10. | Шлам, образующий-ся в процессе никелирования | паста | Никель | Организованное складирование | Захоронение на полигоне промотходов |
| Второй класс опасности | | | | | |
| 1. | Гудрон кислый нефтехимического производства | Смоло-образная масса | Серная кислота, нефтепродукты | Нейтрализация, термолиз с получением серной кислоты, растворов ПАВ, складирование в спецнакопителях на территории предприятия | Включения в дорожные покрытия, использование в производстве цемента |
| 2. | Катализатор отработанный от дегидрирования этилена | Твердые гранулы | Оксиды хрома | Захоронение на свалкках | Извлечение ценных компонентов. Окомкование с использованием в металлургии, включение в бетонные композиции |
| 3. | Катализатор отработанный производства бутадиена | Твердые гранулы | Оксид никеля | Хранение на территории предприятия | Извлечение никеля |
| 4. | Кек мышьяковистый производства меди | твердое | Соединения мышьяка | Захоронение с глиняной изоляцией | Захоронение на полигонах промотходов |
| 5. | Нефтеотходы различных производств | Вязкие жидкости | Нефтепродукты | Термическое разложение и захоронение | Сжигание на полигонах промотходов |
| 6. | Осмол производства индикатора метилового красного | Вязкая жидкость | Диметил-формамид | Хранение на промплощадке | Термическое обезвреживание на полигоне промотходов |
| 7. | Отход производства синтетического клея | паста | Трикрезилфос-фат, канифоль, поливинил-хлорид | Хранение на промплощадке | Термическое обезвреживание на полигоне промотходов |
| 8. | Остаток смолистый производства красителей на | паста | Цинк, дифениламин | Хранение на промплощадке | Термическое обезвреживание на полигоне |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | основе дифениламина | | | | промотходов |
| 9. | Остаток кубовый от ректификации бензо-ла в коксохимиче-ском производстве | жидкость | Бензол | Утилизация сжиганием, получение дегтя | Безотходное производство |
| 10. | Кислота серная отработанная производства алкилирования | жидкость | Серная кислота | Термическая регенерация | Регенерация, использование в качестве вторич ного сырья |
| 11. | Кислота серная отработанная производства дитолилметана | жидкость | Серная кислота | Термическая регенерация | Регенерация, использование в качестве вторич ного сырья |
| 12. | Отходы системы конденсации хлоридов | Твердое пасто-образн. | Оксиды титана, ванадия | Хранение на промплощадке | Использование как сырье для получения металлов |
| 13. | Отходы арсенатно-калициевые в производстве свинца | твердое | Арсенат | Складирование на специальном полигоне | Захоронение на полигоне промотходов |
| 14. | Отход производства лаков, эмалей, смол | жидкость | Соединения свинца, хрома, цинка, растворители | Складирование на территории предприятия | Извлечение ценных компо-нентов, созда-ние безотход-ных производств |
| 15. | Раствор пиридина в воде | жидкость | Пиридин | Накопление на производстве | Термическое обезвреживани е на полигоне промотходов |
| 16. | Отход загрязненного четыреххлористого углерода при производстве | жидкость | Четыреххло-ристый углерод | Накопление на предприятии | Термическое обезвреживани е на полигоне промотходов |
| 17. | Пыль магния, титана, ванадия – отход производства редких металлов | твердое | Ванадий | Накапливается на территории предприятия | Захоронение на полигоне промотходов |
| 18. | Растворы отработанные травильные прокатных и метизных цехов | жидкое | Соляная кислота, соединения меди и хрома | Нейтрализация и отвал | Получение хлорного железа, соединений меди, хрома и др. |
| 19. | Смол в смеси с толу-олом, фенолом, во-дой – | жидкое | Фенол, толуол | сжигание | Термическое обезвреживани е на полигоне |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | отход лакокра-сочного производства | | | | промотходов |
| Третий класс опасности | | | | | |
| 1. | Воды промывные травильных отделений прокатных цехов | жидкость | Соляная кислота | Нейтрализация, шлам в отвал | Извлечение хлорного желе-за, меди, хрома и др. металлов |
| 2. | Кислота соляная (абгазная) | жидкость | Хлористый водород | Передается другим предприятиям | Используется как химическое сырье |
| 3. | Кек свинцово-цинковый, отход никелевого производства | твердое | Цинк, свинец, медь, никель | Хранится в отвалах | Полная утилизация при получении цветных металлов |
| 4. | Катализатор отработанный (любого производства) | твердое | Оксид хрома | Направляется в отвал | Полная утилизация в промышленности стройматериалов и металлургии |
| 5. | Металлы отработанные производства полупроводников | жидкое | Ртуть | Нейтрализация сульфидом натрия и захоронение | Захоронение на полигоне промотходов |
| 6. | Нефтешламы механической очистки сточных вод | Жидкая вязкая масса | Нефтепродукты | Хранение в шламонакопи-телях | Термическое обезвреживание на полигонах промотходов |
| 7. | Остатки пленки лаков и эмалей в лакокрасочном производстве | Жидкие с твердой фазой | Лаки, эмали, растворители | Накопление на промплощадке | Термическое обезвреживание на полигоне промотходов |
| 8. | Шлам гидроксидов цветных металлов после нейтрализации | шлам | Медь, цинк, хром, никель | Хранение на промплощадке | Захоронение на полигоне промотходов |
| 9. | Шлам регенерации солярового масла | жидкое | Соляровое масло | Использование для обмаслива-ния шихты | Полное использование |
| Четвертый класс опасности | | | | | |
| 1. | Материалы обтирочные от производства полупроводников | твердое | Ртуть, свинец | Захороняются | Обезвреживание на полигоне промотходов |
| 2. | Осадки очистных сооружений гальванических производств | пасто-образное | Оксиды цветных, тяжелых металлов | Захоронение | Утилизация, захоронение на полигоне промотходов |
| 3. | Отходы обезврежи-вания сточных вод | пасто-образное | Хром, ванадий | Захоронение | Захоронение на полигоне |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | производства полупроводников | | | | промотходов |
| 4. | Пыль породы с примесью асбеста | пыль | Асбестовая пыль | Частично исполь зуется, остальное в отвал | Использование как сырья миинерального |
| 5. | Стоки щелочные производства каапролоктама | смоло-образное | Вединаты натрия | Направляется в строительную организацию | Утилизировать в стройпромыш-ленности |
| 6. | Шлам станций нейтрализации | пасто-образн. | Фосфор, ртуть | Складируется на промплощадке | Использование в народном хозяйстве |
| 7. | Шламы и пыли железосодержащие пылегазоочистных сооружений предприятий черной металлургии | шлам | | В аглошихту | Использование как добавки в аглошихту и стройматериалы |
| 8. | Шлаки металлургического передела | твердое | | Переработка в стройматериалы | Переработка в стройматериалы |

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ.....2
1.1 Классификация отходов .....2
1.2. Переработка промышленных отходов .....3
2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛЬНОГО СОДЕРЖАНИЯ ТОКСИЧНЫХ ВЕЩЕСТВ .....5
2.1. Определение класса опасности токсичных веществ при наличии ПДК .....6
2.2. Определение класса опасности веществ при отсутствии ПДК .....7
2.3. Определение класса опасности веществ при отсутствии ПДК и $LD_{50}$ .....8
2.4. Определение предельно допустимой концентрации токсичного вещества в общей массе токсических отходов .....9
2.5. Примеры расчета индекса опасности токсичных веществ .....10
Требования к отчетности по работе .....11
ЛИТЕРАТУРА .....12
ПРИЛОЖЕНИЕ .....13