

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное образовательное бюджетное учреждение
высшего профессионально образования
«Пензенский государственный университет
архитектуры и строительства»
(ПГУАС)

В.А. Щепетова

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОТХОДОВ

Рекомендовано Редсоветом университета
в качестве учебного пособия для студентов,
обучающихся по направлению 20.04.01
«Техносферная безопасность»

Пенза 2014

УДК 628.4.02:005.336.3:005.52(075.8)

ББК 30.69-7я73

Щ56

Рецензенты: доктор экономических наук, профессор, декан факультета экономики и управления В.М. Володин (ПГУ);
доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Инженерная экология» В.С. Демьянова (ПГУАС)

Щепетова В.А.

Щ56 Современные методы оценки качества отходов: учеб. пособие / В. А. Щепетова. – Пенза: ПГУАС, 2014. – 88 с.

Обобщены сведения о современных методиках оценки качества отходов производства и потребления. Проанализированы проблемы, возникающие при образовании отходов, в том числе влияние последних на окружающую среду и здоровье человека. Рассмотрены методики определения класса опасности отходов, химических и физических составляющих отходов.

Учебное пособие подготовлено на кафедре «Инженерная экология» и предназначено для использования студентами, обучающимися по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность», на занятиях по дисциплине «Современные методы оценки качества отходов».

© Пензенский государственный университет архитектуры и строительства, 2014

© Щепетова В.А., 2014

ПРЕДИСЛОВИЕ

Учебное пособие по курсу «Современные методы оценки качества отходов» подготовлено с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность». Возможно использование материала данного учебного пособия для преподавания других дисциплин, таких, как «Исследование отходов производства и потребления», «Надзор и контроль в сфере безопасности», «Управление техносферной безопасностью», «Производственная безопасность и промышленная экология», «Методы и средства измерения качества окружающей среды», «Рециклинг отходов», «Безопасность обращения с отходами производства и потребления», по направлению 20.04.01 «Техносферная безопасность».

Учитывая многокомпонентность отходов производства и потребления, констатируем, что приобретает актуальность аналитический контроль, ориентированный на идентификацию основных загрязняющих веществ и последующее проведение целевых анализов по выбранным на его основе ведущим показателям. Изучение проблемы управления отходами производства и потребления, безусловно, требует знакомства с рядом предварительных понятий, определений, суждений, детальное изучение которых должно способствовать более глубокому проникновению в суть проблемы, а также развитию экологического образования.

Учебное пособие посвящено различным фундаментальным и прикладным аспектам изучения качества отходов производства и потребления. Приведены методики расчета класса опасности отходов, определения качественного и количественного составов отходов. Обобщены сведения о классификации отходов. Уделено внимание экологическим проблемам, возникающим в результате управления отходами.

Дисциплина «Современные методы оценки качества отходов» и соответственно учебное пособие находятся на стыке химии и экологии. Знания в области экологии помогут студентам в изучении глобальных проблем окружающей среды, а знания по химии – рассмотреть все вышеперечисленное с помощью формул, уравнений, вычислений.

В ходе изучения дисциплины у студентов формируются следующие компетенции:

- способность к анализу и синтезу, критическому мышлению, обобщению, принятию и аргументированному отстаиванию решений (ОК-5);

- способность оптимизировать методы и способы обеспечения безопасности человека от воздействия различных негативных факторов в техносфере (ПК-3);

- умение идентифицировать процессы и разрабатывать их рабочие модели, интерпретировать математические модели в нематематическое содержание, определять допущения и границы применимости модели, математически описывать экспериментальные данные и определять их физическую сущность, делать качественные выводы из количественных данных, осуществлять машинное моделирование изучаемых процессов (ПК-11);

- навыки использования современной измерительной техники, современных методов измерения (ПК-12).

Учебное пособие состоит из семи разделов, библиографического списка, краткого толкового словаря, перечня действующих методик определения состава отходов и предназначено для использования студентами в качестве дополнительной литературы при изучении дисциплины «Современные методы оценки качества отходов».

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ДАННОМ ПОСОБИИ

ПДК _п (мг/кг)	предельно допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	ориентировочно допустимая концентрация
ПДК _в (мг/л)	предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	ориентировочно-допустимый уровень
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДК _{рх} (мг/л)	предельно допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДК _{сс} (мг/м ³)	предельно допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДК _{мп} (мг/м ³)	предельно допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДК _{рз} (мг/м ³)	предельно допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	максимально допустимое содержание
МДУ	максимально допустимый уровень
S (мг/л)	растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С
C _{нас.} (мг/м ³)	насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении
K _{ow}	коэффициент распределения в системе октанол / вода при 20 °С
LD ₅₀ (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
LD _{кожи50} (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC ₅₀ (мг/м ³)	средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	биологическая диссимиляция

1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ОТХОДОВ

Отходы могут создать для общественности серьезные проблемы, если они не обработаны подобающим образом. При образовании и дальнейшей переработке отходов возникают следующие проблемы: превращение свободных земель в свалки, что приводит к образованию эстетически непривлекательной среды; загрязнение почвы и поверхностных вод различными веществами; создание угрозы здоровью людей.

Возобновляемые в результате хозяйственных действий ресурсы (воздух, вода, почва) регулярно засоряются. Есть три главных фактора, которые определяют отрицательное влияние загрязнения на среду:

- 1) химическая природа;
- 2) концентрация;
- 3) скорость разделения.

Негативное воздействие отходов на среду главным образом проявляется из-за их неправильной обработки. Основные виды воздействий, которые характеризуют отрицательное влияние отходов, это:

- непосредственный ввод отходов, загрязняющих воду, воздух или почву, в окружающую среду;
- загрязнение, созданное несоответствующими процессами переработки отходов (выбросы при сжигании отходов и других видах переработки, шум процессов транспортировки и обработки, пыли, эмиссии газов);
- загрязнение, вызванное несоответствующим захоронением отходов.

Неубранные отходы создают угрозу окружающей среде и здоровью человека, – это токсические испарения, антисанитарные условия и т.д. Токсические вещества (например тяжелые металлы, устойчивые органические источники загрязнения, диоксины) могут вызвать серьезные заболевания (даже с летальным исходом), если они находятся в соприкосновении с человеком. Они могут вызвать также опасное загрязнение воды, воздуха и почвы. Пожары на нелегальных свалках отходов, а также открытое их сжигание загрязняют воздух, в составе которого есть диоксины, которые очень вредны для окружающей среды и человека.

В зависимости от того, какой вид обработки отходов выбран (захоронение, компостирование, сжигание, транспортировка, переработка), могут наблюдаться следующие явления:

- 1) образование газов, вызывающих эффект теплицы (от переработки отходов, включая сжигание и захоронение);

2) загрязнение поверхностного слоя земли (переработка, захоронение);

3) эмиссии инфильтрата (от захоронения).

Самые сильное негативное влияние на окружающую среду и здоровье оказывают:

- *Сбор отходов и транспорт.* Особенно транспорт существенно влияет на окружающую среду и здоровье, это выхлопы монооксида (CO) и двуокиси (CO₂) углерода, окислы азота (NO_x), пыль, выхлопы свинца и летучие органические соединения (ЛОС).

- *Захоронение.* Занимает ценную землю, вызывает загрязнение почвы, воды и воздуха, создает выбросы двуокиси углерода (CO₂) и метана (CH₄), а также наблюдается трансформация в почве и в грунтовых водах химических соединений в различные формы. Если отходы захоронены в закрытом виде, без вывода газов, то газы со свалок в определенной концентрации могут быть взрывчатыми. Многие старые и неадекватно устроенные свалки создают выбросы токсических веществ, которые вредно влияют на окружающую среду и человеческое здоровье (например, вызывают рак). В результате захоронения *химических* отходов образуются испарения и жидкости, которые причиняют серьезный вред здоровью людей и даже их жизни, а также экосистемам.

- *Сжигание* создает выбросы вредных веществ – это диоксины, кислые газы (окислы азота (NO_x), диоксиды серы (SO₂) и хлористый водород (HCl)), которые вредны как для человеческого здоровья, так и для окружающей среды. При работе оборудования для сжигания отходов создаются выбросы и при сжигании, и при обработке пепла. Кроме того, эти выбросы могут содержать в разных количествах всевозможные загрязняющие вещества, например: очень токсичные фураны, кадмий, ртуть, свинец, частицы или испарения других тяжелых металлов, такие летучие органические соединения, как бензол, толуол, полихлорированные бифенилы, а также щелочи, кислоты и другие химические соединения. Эти выбросы могут вызвать острые формы заболеваний, а также наследственные дефекты.

- *Компостирование* может негативно влиять на здоровье, однако не столь существенно, как в ранее описанных случаях. Есть данные, которые свидетельствуют о том, что у близко живущих от площадок компостирования людей чаще наблюдаются болезни дыхательной системы (*Enviros Consulting Ltd. And University of Birmingham 2004*).

- *Опасные предметы.* Это могут быть разбитые стекла, лезвия, иглы от шприцев, отходы здравоохранения, потенциально взрывчатые контейнеры, банки после аэрозолей и химические отходы, которые на-

ходятся в отходах. Они могут создать риск ранения и отравления, особенно для людей, которые сортируют и собирают отходы на свалках.

Нужно отметить, что любое действие управления отходами окажет какое-либо влияние на окружающую среду, независимо от того, будут ли это эмиссии от транспорта, собирающего отходы, или от сжигания, очистки инфильтрата, или потребление энергии, которое необходимо для переработки отходов, и т.д. Поэтому в процессе планирования управления отходами нужно взвесить влияние этих действий на окружающую среду во время всего их жизненного цикла, учитывая воздействие, которое проявится, когда нужно будет закрывать свалку отходов или применять устройство по сжиганию отходов.

Значительность влияний может быть разной, в зависимости от местных обстоятельств.

В табл. 1 обобщены главные влияния на окружающую среду и здоровье человека в зависимости от действий с отходами, которые классифицированы по созданным выбросам в среду, а также по эффектам.

Кроме влияния на окружающую среду и здоровье, при реализации системы управления отходами возникает много экономических и социальных вопросов. Управление и обработка отходов связаны с экономическими затратами и трудностями.

Контрольные вопросы

1. Охарактеризуйте экологические проблемы, которые возникают в результате образования отходов производства и потребления.
2. Приведите примеры загрязняющих веществ, образующихся при обработке отходов.
3. Перечислите основные процессы, происходящие при управлении отходами.
4. Каково влияние токсичных веществ на организм человека?
5. Какие вещества образуются при сжигании отходов в биосфере?
6. Какое влияние оказывают отходы транспорта на окружающую среду?

Таблица 1

Влияние действий по обработке отходов на окружающую среду

Аспект окружающей среды	Захоронение	Компостирование	Сжигание	Переработка	Транспорт
1	2	3	4	5	6
Воздух	Эмиссия CH ₄ , CO ₂ , запах	Эмиссия CH ₄ , CO ₂ , запах	SO ₂ , HCl, HF, NO _x , ароматические углеводороды, эмиссия CO, CO ₂ , N ₂ O, диоксины, дибензофуран, тяжелые металлы (Zn, Pb, Cu, As)	Пыль	Пыль, эмиссия NO _x , SO ₂ выбросы, риск утечки опасных веществ в случае аварии
Вода	Попадание различных загрязняющих веществ в грунтовые воды (соли, тяжелые металлы, распадающиеся и устойчивые органические загрязняющие вещества)		Попадание опасных веществ в наземные воды	Отведение сточных вод	Риск загрязнения наземных и грунтовых вод в случае аварии
Почва	Накопление опасных веществ в почве		Захоронение избытков пепла и шлака	Захоронение остатков	Риск загрязнения почвы в случае аварии

Окончание табл.1

1	2	3	4	5	6
Пейзаж	Использование земли, ограничения в пользовании земли	Использование земли, ограничения в пользовании земли	Визуальные нарушения, помехи, ограничения в пользовании земли	Визуальные нарушения, помехи	Движение
Экосистемы	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи	Загрязнение, накопление токсичных веществ в пищевой цепи		Риск загрязнения в случае аварии
Городская среда	Соприкосновение с токсичными веществами		Соприкосновение с токсичными веществами	Шум	Риск загрязнения в случае аварии, движение

2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

В соответствии с Федеральным законом от 24.06.98 N 89-ФЗ (ред. от 28.07.2012 с изменениями, вступившими в силу с 01.09.2012) «Об отходах производства и потребления» даются следующие определения:

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.

Вид отходов – совокупность отходов, которые имеют общие признаки в соответствии с системой классификации отходов.

Цель внедрения классификации отходов – обеспечить единый порядок характеристики и систематизации отходов (бытовых и опасных), чтобы уменьшить угрозу, которую создает или может создать влияние отходов на окружающую среду, здоровье и жизнь людей, а также имущество и интересы физических и юридических лиц. Классификация отходов может быть выполнена для отходов, их категорий, видов переработки и захоронения, а также классифицированы свойства отходов и находящиеся в составе отходов химические вещества и их соединения, что делает отходы опасными.

Классификация отходов осуществляется по следующим факторам:

- 1) по физическим свойствам;
- 2) по методам утилизации и ликвидации;
- 3) по методам обезвреживания и переработки;
- 4) по источнику образования;
- 5) по происхождению;
- 6) по агрегатному состоянию;
- 7) по классу опасности для окружающей природной среды.

Классификация отходов по физическим свойствам приведена в табл.2.

Т а б л и ц а 2

Классификация отходов по физическим свойствам

Группа	Вид отхода
1	2
Водные растворы и шламы	Кислые, щелочные, неорганические нейтральные, органические нейтральные, смешанные органические и неорганические

Окончание табл. 2

1	2
Неводные растворы и шламы	Органические растворители (сжигаемые), органические растворители (несжигаемые), использованные масла, использованные смолы и жиры
Твердые отходы	Огарки, остатки, пыль, биологические твердые отходы, отходы добычи и разработки сырья
Газообразные отходы	Дымы, отходящие газы, газообразные тепловые потоки
Специфические отходы (особо токсичные)	Асбестовые, фенолсодержащие, мышьяксодержащие, ртутьсодержащие, цинксодержащие, хлорированные бифенилы и др.

Классификация отходов по методам утилизации или ликвидации.

Различают следующие методы:

- биологическая обработка;
- химическая обработка;
- извлечение компонентов;
- разделение фаз;
- ликвидация (удаление) отходов.

Классификация отходов по методам обезвреживания и переработки приведена в табл. 3.

Таблица 3

Классификация отходов по методам обезвреживания и переработки

Категория	Характеристика	Методы захоронения (обезвреживания)
1	Инертные	Для планировки
2	Биологически окисляемые	Складирование/переработка совместно с ТБО
3	Слаботоксичные, малорастворимые	Складирование совместно с ТБО
4	Нефтемаслоподобные	Сжигание, в т.ч. совместно с ТБО
5	Токсичные со слабым загрязнением воздуха	Складирование на полигоне промотходов
6	Токсичные	Обезвреживание на спецсооружениях

Классификация отходов по источнику образования.

Отходы производства образуются:

- при добыче и обогащении полезных ископаемых;

- при переработке:
 - а) механической;
 - б) физико-химической;
 - в) иных видах.

Отходы потребления:

- а) производственного;
- б) бытового.

Классификация отходов по происхождению.

Промышленные отходы — твердые отходы, полученные в результате жизнедеятельности производства (неиспользованные остатки сырья, возникающие в ходе технологических процессов). Отходы, не используемые в рамках данного производства, но применяемые в других производствах, являются вторичным сырьём.

Строительные отходы образуются в результате строительномонтажных работ, работ по ремонту зданий, сооружений дорожной инфраструктуры, а также при их сносе. Состоят из боя кирпича, застывшего раствора в кусковой форме, щебня, древесных отходов, металлического лома, промышленной тары и др.

Отходы потребления (коммунально-бытовые) образуются в промышленности и в быту.

Классификация отходов по агрегатному состоянию.

Различают следующие:

- твердые;
- жидкие;
- газообразные.

Классификация отходов по классу опасности для окружающей природной среды:

- 1-й — чрезвычайно опасные;
- 2-й — высокоопасные;
- 3-й — умеренно опасные;
- 4-й — малоопасные;
- 5-й — практически неопасные.

Таблица 4

Класс опасности отхода для окружающей природной среды	Степень вредного воздействия опасных отходов на окружающую природную среду	Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды
1	2	3
I КЛАСС Чрезвычайно опасные	Очень высокая	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует

Окончание табл. 4

1	2	3
II КЛАСС Высокоопасные	Высокая	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия
III КЛАСС Умеренно опасные	Средняя	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника
IV КЛАСС Малоопасные	Низкая	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет
V КЛАСС Практически неопасные	Очень низкая	Экологическая система практически не нарушена

В России существует Федеральный классификатор отходов, в котором каждому виду отходов в зависимости от источника его происхождения присваивается идентификационный номер.

2.1. Отходы производства

Промышленные отходы — твердые отходы производства, полученные в результате химических и термических преобразований материалов природного происхождения.

Отходы определенной продукции — неупотребимые остатки сырья и/или возникающие в ходе технологических процессов вещества и энергия, не подвергающиеся утилизации.

Часть отходов, которая может быть использована в том же производстве, называется *возвратными отходами*. Сюда входят остатки сырья и других видов материальных ресурсов, образовавшиеся в процессе производства товаров (выполнения работ, оказания услуг). Из-за частичной утраты некоторых потребительских свойств возвратные отходы могут использоваться в условиях со сниженными требованиями к продукту или с повышенным расходом, иногда они не применяются по прямому назначению, а лишь в подсобном производстве (например, автомобильные отработанные масла — для смазки неответственных узлов техники). При этом остатки сырья и других материальных ресурсов, которые передаются в другие подразделения в качестве полноценного

сырья, в соответствии с технологическим процессом, а также попутная продукция, получаемая в результате осуществления технологического процесса, не относятся к возвратным отходам.

Отходы, которые в рамках данного производства не могут быть использованы, но могут применяться в других производствах, именуется *вторичным сырьём*.

2.2. Отходы потребления

Отходы потребления образуются в промышленности и в быту.

Бытовые отходы — твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека. К твердым бытовым отходам (ТБО) относятся отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торгово-развлекательных, спортивных и других комплексах (включая отходы от текущего ремонта квартир), отходы от отопительных устройств местного отопления, смет, опавшие листья, собираемые с дворовых территорий, и крупногабаритные отходы. Такое определение соответствует зарубежному термину «твердые муниципальные отходы» (Municipal Solid Waste). ТБО классифицируют по источникам образования, по морфологическому составу, по степени опасности, по направлениям переработки и т.д. Юридической основой для классификации ТБО в России служит Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО), который классифицирует отходы по происхождению, агрегатному состоянию и опасности.

Твердые бытовые отходы в Российской Федерации представляют собой грубую механическую смесь самых разнообразных материалов и гниющих продуктов, различающихся по физическим, химическим и механическим свойствам и размерам. ТБО перед их переработкой необходимо обязательно подвергнуть сепарации по группам, если таковая имеет смысл. (Для небольших жилых объектов, отдельных лечебных, оздоровительных и других подобных учреждений, поселков и мелких городов сепарация ТБО по группам, по-видимому, экономически нецелесообразна.)

2.3. Классификация БО по физико-химическим, биологическим, биохимическим и токсикологическим свойствам

Твердые бытовые отходы (ТБО) после сепарации (если таковая целесообразна) следует подразделять на следующие группы.

А. Отходы из природных материалов (ОПМ).

1. Пищевые (гниющие) отходы.
2. Отходы медицинских, лечебных, научно-исследовательских организаций, а также лечебных ветеринарных учреждений.
3. Полимерные отходы из природных материалов, в том числе отходы древесины, картона, целлюлозно-бумажные, оберточные материалы.

Б. Производственные отходы.

1. Металлические отходы.
2. Отходы отработанных химических источников тока (ОХИТ).
3. Бой стекла и стеклопосуды.
4. Отходы полимерных материалов синтетической химии, в том числе резина и резино-технические изделия, все оберточные материалы и полимерная тара из продуктов синтетической химии.
5. Радиоактивные отходы.

Существуют рассчитанные на год нормы накопления бытовых отходов на одного человека, на одно место в гостинице, на квадратный метр торговой площади магазина и т.д. В крупных городах на нормы накопления мусора, как правило, влияют уровень развития легкой и пищевой промышленности, индустрии упаковочных материалов, климатическая зона и, конечно же, менталитет и благосостояние населения.

В промышленных городах центральной части России норма отходов на душу населения оценивается сейчас в 225-250 килограммов в год. Для сравнения: в развитых европейских странах, таких, как Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Италия, Нидерланды, Швеция, Швейцария, Япония, этот показатель уже в 1995-1996 годах достиг 340-440 килограммов, в Австрии и Финляндии – свыше 620, а в США превысил 720 килограммов на одного человека в год.

Контрольные вопросы

1. Перечислите основные параметры, по которым дается классификация отходов производства и потребления.
2. Что представляют собой отходы производства?
3. Приведите примеры производственных отходов.
4. Какие показатели учитываются при расчете нормы отходов?
5. Что понимается под определением «вторичное сырье»?
6. Что представляет собой идентификационный номер отхода, для чего он нужен?

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ОПАСНОГО ОТХОДА И ЕГО КЛАССА ОПАСНОСТИ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1. Общие сведения

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). При отсутствии сведений в федеральном классификационном каталоге отходов класс опасности отхода для окружающей природной среды определяется расчётным и/или экспериментальным методом на основе СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве». Показатели для некоторых составляющих отходов приведены в прил. 2.

Подтверждение правильности отнесения отхода к тому или иному классу опасности осуществляется в соответствии с СанПиН 2.3.2.560–96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

3.2. Методические рекомендации по применению федерального классификационного каталога отходов

Методические рекомендации по применению федерального классификационного каталога отходов и дополнений к нему – перечень образующихся в Российской Федерации отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

Тринадцатизначный код определяет вид отходов, характеризующий их общие классификационные признаки. Первые восемь цифр используются для кодирования происхождения отхода; девятая и десятая цифры – 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 – 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 – 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).

3.3. Методические рекомендации по определению класса опасности отходов

3.3.1. Методика формирования системы первичных показателей опасности компонента отхода

В основу расчёта класса опасности отхода положена математико-статистическая модель, основанная на использовании систематизированного набора первичных показателей опасности компонента отхода. На основе этой модели определено, что для полного описания любого компонента отхода необходимо и достаточно 12 показателей.

Система первичных показателей опасности для окружающей природной среды для каждого компонента отхода формируется на основе приведённых в табл. 5 эколого-токсикологических и физико-химических параметров, при условии наличия в соответствующей справочной литературе данных по тому или иному показателю опасности для данного компонента. Число первичных показателей, включаемых в систему, может быть любым – от 1 до 19. Если в соответствующих нормативных документах и справочниках имеются данные для показателя опасности с меньшим порядковым номером, то следует использовать этот показатель, и только при отсутствии данных применяем показатель с большим порядковым номером. Иными словами, приоритетными являются показатели с меньшим порядковым номером.

В систему в качестве обязательного показателя должен быть включён дополнительный показатель – показатель информационного обеспечения, который характеризует сформированную систему с точки зрения достаточности исходной информации для оценки экологической опасности отхода и определяется путём деления числа включённых в систему первичных показателей опасности n (т.е. показателей, по которым имеется информация в соответствующих нормативных документах и официальных справочниках) на число показателей для полной системы ($N=12$).

Таблица 5

Степени опасности компонентов отхода в соответствии
с показателями опасности компонента отхода

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1	2	3	4	5	6
1	$ПДК_{п} < * > (ОДК)$, мг/кг	<1	1-10	10,1- 100	>100
2	Класс опасности в почве	1	2	3	Не уста- новлен
3	$ПДК_{в} (ОДУ, ОБУВ)$, мг/л	< 0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4	Класс опасности в воде хозяй- ственно-питьевого использо- вания	1	2	3	4
5	$ПДК_{рх} (ОБУВ)$, мг/л	<0,001	0,001-0,01	0,011- 0,1	>0,1
6	Класс опасности в воде рыбо- хозяйственного использования	1	2	3	4
7	$ПДК_{сс} (ПДК_{мр}, ОБУВ)$, мг/м ³	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8	Класс опасности в атмосфере- ном воздухе	1	2	3	4
9	$ПДК_{шт} (МДУ, МДС)$, мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10	$Lg (S, мг/л / ПДК_{р}, мг/л)$	>5	5-2	1,9-1	<1
11	$Lg (C_{нас} мг/м^3 / ПДК_{рз})$	>5	5-2	1,9-1	<1
12	$Lg (C_{нас} мг/м^3 / ПДК_{с.с.} или ПДК_{мр.})$	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6

Окончание табл. 5

1	2	3	4	5	6
13	lg Kow (октанол/вода)	>4	4-2	1,9-0	<0
14	LD ₅₀ , мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15	LC ₅₀ , мг/м ³	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16	LC ₅₀ вод., мг/л / 96 ч	<1	1-5	5,1-100	>100
17	БД = БПК ₅ / ХПК'100 %	<0,1	0,01-1,0	1,0-10	>10
18	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Накопление в одном из звеньев	Нет накопления
	БАЛЛ	1	2	3	4

<*> Полное название сокращений приведено в кратком словаре терминов.

Показатель информационного обеспечения учитывает опасность, обусловленную дефицитом данных по первичным показателям опасности для того или иного компонента отхода.

3.3.2. Установление значения относительного параметра опасности компонента отхода

Для каждого первичного показателя опасности компонента отхода установлены 4 интервала его значений либо указаны иные 4 характеристики, которые отвечают четырём уровням опасности компонента отхода. Каждому уровню опасности компонента отхода соответствует определённый балл.

Значения первичных показателей опасности отдельных компонентов отхода выбираются по справочным данным из научно-технической официально изданной литературы.

В случае отсутствия ПДК отдельного компонента отхода допустимо использовать другую нормативную величину, указанную в скобках.

При нахождении ПДК_п выбираются значения подвижной формы. Можно применять значения валового содержания при отсутствии значений подвижной формы, или если имеется обоснование для подобного выбора.

При нахождении ПДК_в (ОДУ, ОБУВ) используются значения ПДК для воды хозяйственно-питьевого назначения.

Растворимость компонента отхода (S) находится из справочников как растворимость компонента в воде при температуре 20 °С. При отсутствии данных для температуры 20 °С допускается использовать данные для «холодной воды».

Если $S = \infty$, то $\lg S / \text{ПДК}_в = \infty$, балл = 1.

Если $S = 0$, то $\lg S / \text{ПДК}_в = -\infty$, балл = 4.

Значения $C_{\text{нас}}$ определяются:

- по таблицам термодинамических данных, представленных в [17];
- рассчитываются по уравнению

$$\lg C_{\text{нас}} = A - B/T + CT + D \lg T;$$

коэффициенты, входящие в данное уравнение, приведены в [18];

- вычисляются по формуле

$$C_{\text{нас}} = \frac{M \cdot P \cdot 1000}{18,3}, \text{ мг/м}^3,$$

где M – молекулярная масса вещества;

P – давление насыщенных паров при 20 °С, мм. рт. ст.

Если давление насыщенных паров установлено при других температурах, то расчёт производится по формуле

$$C_{\text{нас}} = \frac{16 \cdot M \cdot P \cdot 1000}{T}, \text{ мг/м}^3,$$

где T – абсолютная температура в градусах К, при которой осуществлялось определение давления насыщенных паров.

В табл. 6 приведены результаты расчётов насыщающих концентраций в воздухе ($C_{\text{нас}}$) для некоторых веществ и элементов при 25 °С и нормальном давлении.

При наличии в справочных материалах информации о нескольких значениях для показателей LD₅₀ и LC₅₀ (например для разных видов животных) выбираются величины, соответствующие максимальной опасности, т.е. наименьшие значения LD₅₀ и LC₅₀. При отсутствии необходимой величины допускается применение ближайшего по смыслу показателя (например, вместо LD₅₀ при пероральном поступлении можно взять аналогичные данные, полученные при внутривенном, внутривенном и т.п. введении ксенобиотика в организм).

Таблица 6

Наименование элементов	Символ	$C_{\text{нас}}$, мг/м ³	Наименование Элементов	Символ	$C_{\text{нас}}$, мг/м ³
Свинец	Pb	3.3×10^{-22}	Ванадий	V	5.5×10^{-77}
Оксид свинца	PbO	5.7×10^{-35}	Оксид ванадия	VO	3.4×10^{-85}
Мышьяк	As	1.5×10^{-36}	Никель	Ni	1.8×10^{-43}
Мышьяк	As(2)	4.7×10^{-19}	Кадмий	Cd	3.5×10^{-6}
Мышьяк	As(4)	3.2×10^{-9}	Сурьма	Sb(1)	1.1×10^{-32}
Марганец	Mn	1.3×10^{-33}	Сурьма	Sb(2)	1.2×10^{-24}
Цинк	Zn	2.5×10^{-9}	Стронций	Sr	5.4×10^{-17}
Медь	Cu	3.0×10^{-44}	Ртуть	Hg	270
Хром	Cr	4.5×10^{-56}			

Биологическая диссимиляция определяет устойчивость вещества к биодеградации и равна отношению БПК₅ к ХПК.

Значения биологического и химического показателей кислорода (БПК₅ и ХПК) находят экспериментальным путём.

Для отходов, имеющих кислую или щелочную реакцию среды, необходимо в расчётах учитывать рН. Если показатель рН=2,5-3,5 или рН=10,1-11,5 и если эти отходы по [15] отнесены к 4 или 5 классу опасности, то они классифицируются как отходы 3 (третьего) класса опасности для окружающей природной среды. Если показатель рН имеет

значение менее 2,5 или более 11,5 и если эти отходы по [15] отнесены к 3, 4 или 5 классу опасности, то они классифицируются как отходы 2 (второго) класса опасности для окружающей природной среды.

По каждому показателю в соответствии с его значением выставляется балл от 1 до 4, соответствующий уровню опасности компонента отхода. Соответствующий балл выставляется также уровню информационного обеспечения системы показателей (табл. 7).

Т а б л и ц а 7

Значения баллов, присваиваемых при соответствующих величинах показателя информационного обеспечения

Диапазоны изменения показателя информационного обеспечения (n/N)	Балл
$< 0,5$ ($n < 6$)	1
$0,5 - 0,7$ ($n = 6 - 8$)	2
$0,71 - 0,9$ ($n = 9 - 10$)	3
$> 0,9$ ($n > 11$)	4

Определяется значение относительного параметра опасности компонента отхода (X) путём деления суммы баллов по всем показателям на число этих показателей. Общее число показателей в системе равно количеству первичных показателей опасности компонента отхода плюс 1 (показатель информационного обеспечения).

3.3.3. Определение коэффициента степени экологической опасности компонента отхода

Относительный параметр опасности компонента отхода для i -го компонента отхода (X_i) связан с унифицированным относительным параметром экологической опасности (Z_i) следующим соотношением:

$$Z_i = 4 \cdot X_i / 3 - 1/3.$$

Зависимость между коэффициентом степени экологической опасности i -го компонента отхода (W_i) и унифицированным относительным параметром экологической опасности (Z_i) устанавливается следующей функцией:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4/Z_i & \text{Для } 1 \leq Z_i < 2 \\ Z_i & \text{Для } 2 \leq Z_i < 4 \\ 2 + 4/(6 - Z_i) & \text{Для } 4 \leq Z_i < 5 \end{cases}$$

По найденному $\lg W_i$ определяют W_i .

3.3.4. Определение класса опасности отхода

Показатели степени опасности отдельных компонентов отхода рассчитываются по формулам:

$$K_1 = C_1/W_1; K_2 = C_2/W_2, \dots, K_n = C_n/W_n,$$

где W_1, W_2, \dots, W_n – коэффициент степени экологической опасности i -го компонента отхода (мг/кг);

C_1, C_2, \dots, C_n – концентрация i -го компонента в отходе (мг/кг).

Если состав отхода качественно и количественно представлен в виде соединений (например, NiO – 5 %, CuSO₄ – 5 %), то концентрация (C) каждого отдельного компонента пересчитывается на опасный элемент.

Показатель степени опасности отхода определяют как сумму показателей степени опасности отдельных компонентов отхода:

$$K = K_1 + K_2 + \dots + K_n,$$

где K – показатель степени опасности отхода;

K_1, K_2, \dots, K_n – показатели степени опасности отдельных компонентов отхода.

Следует обратить внимание на то, что обязательно должно быть соблюдено следующее условие:

$$C_1 + C_2 + \dots + C_n = 106 \text{ (мг/кг)}.$$

Это условие полного учёта всех компонентов, входящих в отход.

Класс опасности отхода определяется на основе значений показателя степени опасности отхода (K) в соответствии с табл. 8.

Т а б л и ц а 8

Классы опасности отходов в соответствии с показателем степени опасности отхода для окружающей природной среды

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода для ОПС (K)
I	$100000 \geq K > 10000$
II	$10000 \geq K > 1000$
III	$1000 \geq K > 100$
IV	$100 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

3.3.5. Выбор метода определения класса опасности отхода

«Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» [15] применяются к тем видам отходов, для которых в Федеральном каталоге отходов класс опасности для окружающей среды не установлен.

Если качественный и количественный состав отхода установить невозможно, то применяется расчётный метод определения класса опасности.

Если в результате расчётного метода получен 5-й класс опасности, то обязательно его подтверждение методом биотестирования. Если метод биотестирования не подтверждает 5-й класс опасности, а расхождение между расчётом и биотестированием не превышает одну ступень, отходу устанавливается 4-й класс опасности. При большем расхождении следует пересмотреть качественный состав отхода с целью идентификации наиболее опасного компонента и заново пересчитать класс опасности.

Если в результате расчётного метода получены классы опасности 1, 2, 3 или 4-й, то в применении экспериментальных методов необходимости нет.

Однако по желанию заинтересованной стороны можно использовать метод биотестирования. В этом случае из полученных результатов выбирается более опасный.

Если в отходе присутствуют органические или биогенные вещества и в результате расчётного метода получены классы опасности с 1-го по 4-й включительно, то по желанию можно применить метод биодеградациии для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности. Однако в этом случае класс опасности отхода не может быть понижен более чем на одну ступень.

Если у отхода невозможно определить качественный и количественный состав, для определения его класса опасности используется один из экспериментальных методов (биотестирования или биодеградациии).

3.3.6. Пояснения по применению «критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» для отходов органического природного происхождения (1-й блок ФККО)

В 1-й блок ФККО включены органические отходы природного происхождения (растительного или животного). В этом блоке многие виды отходов уже классифицированы экспертным путем, т.е. отнесены к тому или иному классу опасности для окружающей природной среды.

Это в основном 5-й и 4-й (для жировых продуктов) классы. Такие виды отходов не нуждаются в определении их класса опасности расчетным или экспериментальным методом.

Если анализ химического состава отхода показал, что он целиком состоит из природного растительного или животного органического вещества и не содержит опасных компонентов, то такие виды отходов относятся к практически неопасным с относительным параметром опасности $X = 4$ и, следовательно, коэффициентом степени опасности для окружающей природной среды $W = 10^6$.

Если отход помимо природной растительной или животной органической составляющей содержит вещество, придающее ему определенные опасные свойства, то расчёт следует вести в следующем порядке.

Определяется коэффициент степени опасности для части отхода, состоящей только из растительной или животной органики ($W = 10^6$).

Устанавливается показатель степени опасности K для этой же части отхода, равный отношению концентрации растительной или животной органики в рассматриваемом отходе к коэффициенту её степени опасности (10^6).

Для вещества – «загрязнителя» – показатель степени опасности K_i определяется в соответствии с «Критериями ...» (пункты 7-12).

Вычисляется показатель степени опасности отхода $K = K_1 + K_2$.

Приведенный порядок расчета применим к таким видам отходов, как:

- осадок очистки сточных вод предприятий по переработке мяса;
- шлам зольников при обработке шкур;
- шлам дубилен при обработке шкур;
- опилки и стружки древесные, загрязненные;
- бумажные фильтры, отработанные и подобные им виды отходов.

3.3.7. Пояснения по применению «критериев отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды» для отходов минерального происхождения (3-й блок ФККО)

3-й блок Федерального классификационного каталога отходов включает в себя отходы минерального происхождения. К ним относятся:

- печной бой;
- металлургические шлаки и пыль;
- золы и шлаки от топочных установок;
- минеральные и металлургические шламы;
- отходы металлов и их сплавов;
- отходы добывающей промышленности (в том числе отходы добычи нефти и газа);
- другие минеральные отходы.

Виды отходов, для которых в ФККО установлен класс опасности, в его определении расчётным или экспериментальным путём не нуждаются.

Ко всем остальным видам отходов, включенным в 3-й блок, для определения класса опасности применяется расчётный или экспериментальный метод.

Для видов отходов, которые целиком состоят из природных минеральных (или подобным им) веществ, используются данные, где $X = 4$ и $W = 10^6$.

К таким видам отходов относятся:

- щебень, гравий, песок и другие силикатные и кварцевые отходы, глина, снятый грунт;
- стекло и стекловолокно, фарфор, эмали, керамика;
- каменный и древесный уголь, торф;
- графит, кокс, цеолиты, другие природные сорбенты;
- кирпич, цемент, бетон, гипс, известняк, доломит, остатки пород и минералов;
- вскрышные и вмещающие породы и т.п.

Если указанные выше отходы загрязнены веществами, имеющими определенную опасность, то к минеральной, практически неопасной части такого вида отхода применяются данные, где $X = 4$ и $W = 10^6$, а загрязняющие вещества рассчитываются в соответствии с пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7. 72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

Например, класс опасности для отхода «отработанные коксовые массы» определяется в следующем порядке:

- для кокса, как практически неопасного компонента, принимается $X = 4$ и $W = 10^6$;
- сорбируемое вещество рассчитывается в соответствии с пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7. 72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

Класс опасности для таких видов отходов, как печной бой, отработанные футеровочные материалы, металлургические шлаки, золы и шлаки топочных установок, может также устанавливаться исходя из пункта 13, абзац 1 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», при условии:

- входящие в них соединения и химические элементы (оксиды кремния, алюминия, натрия, калия, кальция, железа, магния, азот, сера, фосфор) содержатся в концентрациях, не превышающих их содержание в основных типах почв;
- отсутствуют опасные компоненты.

Если второе условие не выполняется, т.е. в отходе присутствуют опасные компоненты, то расчёт аналогичен расчету, приведенному в подразд.3.3.6.

Для видов отходов, существующих в виде шламов, в обязательном порядке следует учитывать содержащуюся в них воду (для воды $W = 10^6$).

Отходы незагрязненных черных и цветных металлов, а также их сплавов (подгруппы 351 и 353) в расчёте их класса опасности не нуждаются, поскольку для них в ФККО предусмотрены соответствующие коды.

К загрязненным металлам и их сплавам применяются пункты 7-12 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», т.е. расчёт класса опасности ведется по загрязняющему компоненту, а металлы учитываются как практически неопасные компоненты (аналогично расчету в подразд.3.3.6), если этот металл не свинец, ртуть, бериллий, кадмий, сурьма, галлий, мышьяк или ванадий.

Отходы бурения с использованием буровых растворов (подгруппа 344). Для таких видов отходов в качестве практически неопасной инертной части учитывается выбуренная порода и вода, а также глина (в случае использования глинистых растворов).

Для химических веществ, входящих в состав бурового раствора, действует порядок, оговоренный пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

3.3.8. Пояснения по применению СанПиН 2.1.7.72–98

«Предельно допустимые концентрации в почве»

для отходов химического происхождения (5-й блок ФККО)

В 5-й блок ФККО включены отходы химического происхождения. К ним относятся:

- отходы оксидов, гидроксидов, солей, а также гальванические шламы (группа 51);
- отходы кислот, щелочей и концентратов (группа 52);
- отходы средств защиты растений, средств дезинфекции, отходы фармацевтической продукции (группа 53);
- отходы продуктов переработки нефти, угля и сланцев (группа 54);
- отходы органических растворителей, красок, лаков, клея, мастик и смол (группа 55);
- отходы полимерных материалов и резины (группа 57);
- отходы текстильного производства, производства волокон (группа 58);
- другие химические отходы (группа 59).

Класс опасности гальванических шламов (подгруппа 511), оксидов и гидроксидов (подгруппа 513), солей (подгруппа 515), кислот (подгруппы 521 и 522), щелочей (подгруппа 524) и концентратов (подгруппа 527) рассчитывается в соответствии с пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», исходя из химического состава отхода. При этом концентрация представленных соединений пересчитывается на опасный элемент.

Если отходы находятся в виде шламов или жидкостей необходимо в расчётах учитывать воду ($W=10^6$).

Для перечисленных в настоящем пункте отходов следует учитывать также рН среды. В зависимости от рН среды классы опасности отходов распределяются следующим образом:

Т а б л и ц а 9

2-й класс	$pH > 11,5$ и $pH < 2,5$
3-й класс	$pH = 2,5-3,5$ и $pH = 10,1-11,5$
4-й класс	$pH = 3,6-5,0$ и $pH = 8,5-10,0$

Показатель рН является фактором, повышающим класс опасности, при определенных условиях. Это означает, что из значений классов опасности отхода, определенных расчётным методом, и по рН среды выбирается более опасное значение.

Отходы продуктов переработки нефти, угля и сланцев (группа 54) включают в себя:

- отходы синтетических и минеральных масел;
- отходы жиров и парафинов из минеральных масел;
- шламы минеральных масел;
- остатки рафинирования нефтепродуктов;
- прочие подобные отходы.

Такие отходы, как минеральные масла и жиры, парафины, топливо и мазут, гудрон и т.п., если они находятся в жидком, шламообразном, пастообразном состоянии, классифицированы в ФККО 3-м классом опасности для окружающей природной среды.

Класс опасности прочих отходов, включённых в группу 54, должен рассчитываться в соответствии с СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», исходя из их химического состава. При этом компонент отхода, состоящий из нефти или таких нефтепродуктов, которые классифицированы 3-м классом опасности, рекомендуется включать в расчёт класса опасности с $W = 1000$.

Для подобного рода отходов (содержащих нефть или нефтепродукты) для уточнения класса опасности возможно применение теста на биодegradацию.

Отходы галогенированных и негалогенированных растворителей (подгруппы 552, 553) в ФККО в большинстве своём имеют установленный класс опасности и в расчёте его (или определении экспериментальным методом) не нуждаются.

Если для какого-либо вещества класс опасности не установлен, или если отход помимо растворителя содержит другие компоненты, к таким видам отходов применяется расчётный метод, в соответствии с СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве» (пункты 7-12).

Класс опасности отходов подгруппы 554 – «Шламы, содержащие растворители» – рассчитывается исходя из химического состава отхода согласно СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

Отходы лакокрасочных средств (подгруппа 555) в ФККО имеют установленный класс опасности и в определении его расчётным или экспериментальным методом не нуждаются.

Класс опасности для отходов клеев, клеящих веществ, мастик, незатвердевших смол (подгруппа 557) определяется исходя из химического состава в соответствии с СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве». По мере накопления информационной базы для определенных видов отходов класс опасности будет установлен и в ФККО.

Класс опасности для видов отходов, входящих в подгруппы 571 «Затвердевшие отходы пластмасс», 575 «Отходы резины, включая старые шины», 578 «Остатки в размельчителях», уже установлен.

Класс опасности определяется расчётным и/или экспериментальным методом, если в состав указанных видов отходов входит опасный компонент (например, для таких видов, как «Пластмассовая тара и упаковка с остатками содержимого или загрязненная», «Резинотканевые фильтры, отработанные» и т.п.).

Для видов отходов, включенных в подгруппы 572 «Отходы незатвердевших пластмасс, формовочных масс и компонентов», 573 «Шламы и эмульсии полимерных материалов», 577 «Резиновые шламы и эмульсии», класс опасности определяют, учитывая химический состав отхода, и согласно СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

В соответствии с пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве» рассчитывается класс опасности и для отходов, включенных в подгруппы 581 «Текстильные отходы и шламы...» (таких, как «Шлам от суконного производства...», «Шлам с текстильного оборудования...», «Шлам с шерстепрядилом», «Шлам с

моечных машин текстильного производства» и т.п.) и 582 «Текстиль загрязненный» (таких, как «Ткань и мешки фильтровальные, содержащие опасные вещества», «Ткань обтирочная загрязненная» и т.п.).

Причем практически неопасные компоненты отхода в расчетах учитываются с $W = 10^6$ (см. подразд. 3.3.7). Кроме того, к подобным видам отходов возможно применение теста на биodeградацию.

Для видов отходов, включенных в группу 59, а именно:

- подгруппа 591 «Отходы взрывчатых веществ»;
- подгруппа 592 «Отходы, содержащие металлоорганические соединения, не вошедшие в другие пункты»;
- подгруппа 593 «Лабораторные отходы и остатки химикалий»;
- подгруппа 594 «Отходы чистящих и моющих средств»;
- подгруппа 595 «Отходы катализаторов и контактных масс, не вошедших в другие позиции»;
- подгруппа 596 «Сорбенты, не вошедшие в другие пункты»;
- подгруппа 598 «Отходы упакованных газов»;
- подгруппа 599 «Прочие отходы процессов преобразования и синтеза», класс опасности определяется в соответствии с СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», исходя из химического состава отхода.

3.3.9. Пояснения по применению СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве» для коммунальных отходов (9-й блок ФККО)

В 9-й блок ФККО включают коммунальные отходы, к которым относятся:

- твёрдые бытовые отходы (группа 91);
- отходы производства и потребления сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств, не вошедшие в другие пункты (группа 92);
- отходы водоподготовки, обработки сточных вод и использования воды (группа 94);
- жидкие отходы очистных сооружений (группа 95);
- медицинские отходы больниц и лечебных учреждений (группа 97).

Для практически всех отходов, включённых в группу 91 «Твёрдые бытовые отходы», класс опасности установлен, за исключением подгруппы 913 «Вторичные отходы от переработки твердых бытовых отходов».

По мере накопления информационной базы для упомянутых видов отходов подгруппы 913 класс опасности также будет установлен.

Предыдущее утверждение относится также к группе 92.

Класс опасности для видов отходов, включенных в группу 94, необходимо определять, применяя СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве». В данную группу входят осадки от водоподготовки и очистки сточных вод. Осадки практически на 80 % состоят из воды, которая находится в различных формах. Концентрация сухого вещества в осадках составляет около 20 %, в состав сухого вещества входят минеральные (около 40 %) и органические (около 60 %) соединения. Основные группы веществ не являются опасными и встречаются в природе. Поэтому, если выполняется определенное условие: абзац 1 пункта 13 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве», то к этим компонентам осадков возможно применить $W = 10^6$.

Вместе с тем в осадках неизбежно присутствуют соли тяжёлых металлов и некоторые синтетические органические соединения. Для них индекс опасности определяется в соответствии с пунктами 7-12 СанПиН 2.1.7.72–98 «Предельно допустимые концентрации в почве».

Класс опасности для видов отходов, включенных в группу 95, а именно для:

– инфильтрационных вод объектов размещения отходов (подгруппа 953);

– жидких отходов термической обработки отходов и от топочных установок (подгруппа 94),

определяется, исходя из химического состава конкретного вида отхода.

Подавляющее число медицинских отходов (группа 97) в определении класса опасности расчётным методом не нуждается, поскольку он для них установлен в ФККО.

В настоящее время требуется определение класса опасности расчётным методом для некоторых видов медицинских отходов, таких, как использованная стеклянная тара с остатками лекарств и т.п. Порядок расчета класса опасности таких отходов аналогичен порядку, описанному в подразд.3.3.7.

3.3.10. Отнесение опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды экспериментальным методом

Экспериментальный метод отнесения отходов к классу опасности для ОПС осуществляется в специализированных аккредитованных для этих целей лабораториях.

Экспериментальный метод используется в следующих случаях:

- для подтверждения отнесения отходов к 5-му классу опасности, установленного расчётным методом;

- при отнесении к классу опасности отходов, у которых невозможно определить их качественный и количественный состав;
- при уточнении – по желанию и за счёт заинтересованной стороны – класса опасности отходов, полученного в соответствии с расчетным методом.

Экспериментальный метод основан на биотестировании водной вытяжки отходов. В случае присутствия в составе отхода органических или биогенных веществ, проводится тест на устойчивость к биодеградации для решения вопроса о возможности отнесения отхода к классу меньшей опасности. Устойчивостью отхода к биодеградации является способность отхода или отдельных его компонентов подвергаться разложению под воздействием микроорганизмов.

При определении класса опасности отхода для ОПС с помощью метода биотестирования водной вытяжки применяется не менее двух тест-объектов из разных систематических групп (дафнии и инфузории, цериио-дафнии и бактерии или водоросли и т.п.). За окончательный результат принимается класс опасности, выявленный на тест-объекте, проявившем более высокую чувствительность к анализируемому отходу.

Для подтверждения отнесения отходов к 5-му классу опасности для ОПС, установленному расчетным методом, определяется воздействие только одной вытяжки отхода без ее разведения. Класс опасности устанавливается по кратности разведения водной вытяжки, при которой не выявлено воздействие на гидробионтов (табл. 10).

Т а б л и ц а 1 0

Класс опасности отхода	Кратность разведения водной вытяжки из опасного отхода, при которой вредное воздействие на гидробионтов отсутствует
I	Более 10000
II	От 10000 до 1001
III	От 1000 до 101
IV	От 100 до 1
V	1 и менее

Отнесение отхода к классу практически неопасных отходов осуществляется на основе результатов исследований, проведённых по сокращённой или расширенной схеме.

Сокращённая схема обоснования отнесения отходов к классу практически неопасных отходов включает в себя определение:

- качественного и количественного состава отхода, а также водорастворимых и подвижных форм компонентов отхода;

➤ предварительной водно-миграционной опасности и возможного отрицательного влияния отхода на окружающую природную среду в результате миграции его компонентов в грунтовые и поверхностные воды с использованием водно-миграционного показателя (ВМП), который рассчитывается как сумма отношений концентраций компонентов в водном экстракте к соответствующим ПДК_{рх};

➤ возможного отрицательного влияния отхода в результате миграции его компонентов в атмосферный воздух, если в состав отхода входят летучие вещества, концентрация или давление насыщенных паров которых, создающаяся в приземном слое воздуха при температуре 50 °С, больше, чем ПДК_{мр} этих веществ;

➤ острой токсичности водной вытяжки отхода биотестированием на гидробионтах.

Расширенная схема исследований для обоснования отнесения отхода к классу практически неопасных отходов включает в себя дополнительно:

➤ оценку опасности отхода по фитотоксическому действию водных экстрактов образцов отхода экспресс-методом (экспозиция 72 ч);

➤ тест на проращивание семян растений;

➤ изучение в стационарных условиях глубины миграции компонентов отхода по профилю почвы и содержанию их в фильтрате;

➤ вегетационные опыты в лабораторных условиях по транслокации компонентов отходов в сельскохозяйственные растения, при этом недопустимо в растительной пищевой продукции, выращенной на почве, содержащей исследуемые отходы, превышение ПДК, установленных для пищевых продуктов растительного происхождения (ПДК_{пп});

➤ экотоксикологические исследования отходов, проведенные не менее чем на двух тест-объектах из разных систематических групп, применяемых для экоаналитического контроля.

Отнесение отхода к классу практически неопасных отходов осуществляется МПР России при условии соответствия результатов исследований, полученных по сокращенной или расширенной схеме, установленным критериям, приведенным в табл. 11.

Отходы, относящиеся к классу практически неопасных отходов, могут использоваться для формирования рельефов местности, засыпки оврагов и других подобных целей, в строительстве и иных отраслях промышленности без проведения дополнительных исследований на безопасность такого их применения.

Т а б л и ц а 11

Критерии отнесения отходов к практически не опасным отходам

Показатели оценки уровня воздействия отхода на окружающую среду	Критерии отнесения отхода к практически неопасным (V уровень воздействия)
1. Водно-миграционный показатель (оценочный) при сокращенной схеме	$< 3\text{ПДК}_в$
2. Водно-миграционный показатель (основной) при расширенной схеме	$< \text{ПДК}_в$
3. Воздушно-миграционный показатель	$< \text{ПДК}_{мр}$
4. Недействующее разведение водной вытяжки в опыте на гидробионтах при сокращенной схеме	0
5. Тест на проращивание семян. Эффект торможения в % при расширенной схеме.	< 20
6. Недействующее разведение водной вытяжки в экотоксикологическом исследовании отходов на тест-объектах	0

Для подтверждения обоснования отнесения отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды производитель (собственник) отхода представляет в территориальный орган МПР России следующие исходные данные об отходе (на основании [16]):

- наименование отхода в соответствии с ФККО [19];
- сведения о производителе (собственнике) отхода;
- сведения о покомпонентном составе отхода, заверенные руководителем предприятия, с приложением протоколов результатов анализов, выполненных аккредитованной лабораторией;
- данные по показателям санитарно-гигиенической опасности для расчетного способа (LD_{50} , LC_{50} , величины ПДК и классы опасности в воде, почве, атмосферном воздухе), согласованные в территориальном органе Госсанэпиднадзора Минздрава России.

При обосновании класса опасности отхода для окружающей природной среды экспериментальным методом (по результатам биотестирования) должны быть представлены заключение и протоколы результатов исследований, заверенные руководителем аккредитованной аналитической лаборатории, имеющей лицензию на данный вид деятельности.

Материалы по обоснованию отнесения отхода к классу опасности для окружающей природной среды, включающие результаты расчётов и (или) экспериментальных исследований, передаются в территориальный орган МПР России (в 2-х экземплярах) для последующего анализа, систематизации и регистрации в ФККО.

В случае несоответствия материалов по обоснованию класса опасности отхода для окружающей природной среды требованиям, установленным в [16], территориальный орган МПР России в течение 10 дней направляет производителю (собственнику) отходов мотивированный отказ в принятии материалов и заключение о необходимости доработки материалов.

Территориальный орган МПР России составляет региональный каталог отходов, классифицированный до уровня позиций, и направляет его ежеквартально вместе с исходными данными по отходам (1 экз.) для утверждения в МПР России.

В случае, если производитель (собственник) отходов осуществляет свою деятельность, связанную с обращением с отходами, на территории 2-х или более субъектов Российской Федерации, исходные данные для подтверждения отнесения отходов к конкретному классу опасности для окружающей природной среды могут быть направлены непосредственно в МПР России. После проведения анализа, систематизации и регистрации в ФККО производителю (собственнику) отходов и соответственно территориальному органу МПР России, на территории которого образуются отходы, направляется региональный каталог отходов с установленными кодами, утвержденный МПР России.

Производители (собственники) отходов могут не представлять материалы по обоснованию класса опасности отхода для окружающей природной среды в том случае, если для данного вида отхода уже установлен класс опасности по Федеральному классификатору каталога отходов.

МПР России проводит анализ и систематизацию материалов об отходах, представленных территориальными органами, осуществляет в установленном порядке их классификацию и регистрацию в ФККО и направляет утвержденный региональный каталог отходов в территориальный орган МПР России.

Подтверждение отнесения отхода к классу опасности для окружающей природной среды осуществляется один раз в пять лет при условии неизменности технологических процессов и используемого сырья. При замене или изменении технологии производства, сырья, что приводит к изменению состава отходов, необходимо подтвердить класс опасности для окружающей природной среды образующегося отхода в

соответствии с СанПиН 2.3.2.560–96 «Гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов».

В настоящее время возможность захоронения отходов на полигонах твёрдых бытовых отходов устанавливается органами ФГУ ЦГСЭН (федеральное государственное учреждение «Центр государственного санитарно-эпидемиологического надзора») Минздрава России.

3.3.11. Порядок определения класса опасности в соответствии с приказом Минздрава СССР № 3170-84 г.

Класс опасности отхода – характеристика относительной экологической опасности отхода, выраженная в виде натурального числа, которому соответствуют определенные значения показателей, характеризующих опасность отхода при воздействии его на окружающую среду. Устанавливается через класс токсичности отхода. Класс токсичности отхода определяется по индексу опасности K , оцениваемому по двум основным вариантам.

Критерии вредного воздействия, по которым определяется класс опасности отходов:

- ПДК_п химических веществ в почве (мг/кг);
- LD₅₀(мг/кг), при наличии в справочнике нескольких величин LD₅₀ для различных видов теплокровных животных выбирают для расчёта индекса опасности наименьшее значение LD₅₀;
- концентрация компонентов в общей массе отходов C_{bi} (в % массовых);
- растворимость химических компонентов в воде S (г вещества в 100 г воды при 25 °С или в % массовых) – значения приведены в справочниках (или определяются экспериментально), в большинстве случаев от 0 до 1;
- летучесть F ; с помощью справочников определяют давление насыщенного пара индивидуальных компонентов в смеси (имеющих температуру кипения при 760 мм рт. ст. не выше 80 °С) в мм рт. ст. для температуры 25 °С; полученную величину F делят на 760 мм рт. ст., получают безразмерную величину F , которая, как правило, находится в интервале от 0 до 1 (т.е. F – это отношение давления насыщенного пара к атмосферному давлению при н.у.).

Порядок определения класса опасности при наличии ПДК в почве следующий.

Расчёт индекса опасности K_i ведут по формуле

$$K_i = \text{ПДК}_{ni} / (S_i - C_{bi}).$$

Величину K округляют до 1-го знака после запятой.

Рассчитав K для отдельных компонентов смеси, выбирают 1-3 ведущих компонента, имеющих минимальное значение K_i , причём $K_1 < K_2 < K_3$; кроме того, должно выполняться условие $2K_1 \leq K_3$. Затем определяют суммарный индекс опасности K_Σ по формуле

$$K_\Sigma = \frac{1}{n^2} \sum_{i=1}^n K_i,$$

где $n \leq 3$, после чего определяют класс опасности с помощью табл. 12.

Т а б л и ц а 1 2

Классификация опасности химических веществ на основе их ПДК_п

Расчетная величина K_i по ПДК в почве	Класс токсичности	Степень опасности	Примеры веществ, принимаемых в качестве ведущих компонентов
Менее 2	I	Чрезвычайно опасные	Сулема, хром (VI), бенз(а)пирен
От 2 до 16	II	Высоко опасные	CuCl ₂
От 16,1 до 30	III	Умеренно опасные	PbO, NiSO ₄
Более 30	IV	Малоопасные	MnO ₂

Определение класса опасности при отсутствии значения ПДК в почве ведется следующим образом.

Расчёт индекса опасности K_i ведут для каждого компонента смеси по формуле

$$K_i = \frac{\lg LD_{50i}}{(S_i + 0,1F_i + C_{bi})}. \quad (*)$$

После нахождения суммарного индекса опасности по данным табл. 13 определяют класс опасности.

Т а б л и ц а 1 3

Классификация опасности химических веществ по LD₅₀

Величина K_Σ	Класс опасности	Степень опасности	Примеры веществ, принимаемых в качестве ведущих компонентов
менее 1,2	I	Чрезвычайно опасные	Сулема, KCN, хром (VI)
от 1,2 до 2,2	II	Высокоопасные	CuCl ₂
от 2,3 до 10	III	Умеренно опасные	Ацетофенон, CCl ₄
более 10	IV	Малоопасные	CaCl ₂

При отсутствии ПДК_п и LD₅₀, но при наличии величин классов опасности в воздухе рабочей зоны, в уравнение (*) подставляют условные величины LD₅₀, ориентировочно определяемые по величине класса опасности в воздухе рабочей зоны с помощью вспомогательной табл. 14.

Т а б л и ц а 14

Класс опасности веществ в воздухе рабочей зоны
и соответствующие им условные величины LD₅₀

Класс опасности в воздухе рабочей зоны	Эквивалент LD ₅₀ , мг/кг
I	15
II	150
III	5000
IV	более 5000

Контрольные вопросы

1. Суть метода биотестирования.
2. К каким видам отходов применяется критерий отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей среды?
3. Какой метод применяется, если невозможно установить качественный и количественный состав отхода?
4. Если отход помимо природной растительной и животной органической составляющей содержит вещество, то как следует вести расчет?
5. Что представляет собой ФККО (Федеральный классификационный каталог отходов)?
6. Какова роль рН при установлении класса опасности?
7. Суть метода биodeградации.
8. Перечислите условия, при которых используется экспериментальный метод определения качества отходов.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОТХОДОВ

4.1. Отбор проб

Техника отбора проб направлена на получение «предварительной» пробы, отражающей действительный средний состав всей массы поступающих на обезвреживание отходов при их неоднородности. С этой целью отбор проб производится последовательно в несколько этапов, в процессе отбора получают первичную, среднюю лабораторную и аналитическую пробы.

Первичную пробу отбирают порциями в течение рабочей смены по мере поступления отходов на места их складирования. Указанный этап работ осуществляется за пределами территории полигона твердых бытовых отходов (на площадке промышленного предприятия или временного участка, отведенного предприятию). При суточной доставке на место складирования отходов определенного вида в количестве более 100 т пробы отбираются не менее чем из 15 % машин (через определенное число машин, периодически), при доставке 40–50 т – из 30 %, при 20–30 т – из 50 % машин и при 10–15 т и менее – из 100 % машин.

От каждой машины отбирается первичная проба общей массой не менее 3 % массы привезенных отходов. Взятие первичной пробы осуществляется небольшими порциями и обязательно из различных мест доставляемых отходов. Пробы от 3–5 машин укладываются в отдельные кучи.

Средняя проба отбирается из первичных проб методом усреднения. Перемешанные первичные пробы (кучи) разравнивают тонким слоем (лучше всего на цементном полу, брезенте и т.п.) в виде квадрата и делят по диагонали на четыре равные части. Отходы из двух противоположных частей отбрасывают, а остальные две части соединяют, вновь перемешивают, разравнивают, и так до тех пор, пока не получится проба около 10 кг, которая и является средней. От каждого исследуемого вида отходов отбирается не менее трех средних проб.

Средняя проба после соответствующей подготовки (дробление и т.д.) является материалом для взятия лабораторной пробы, предназначенной для лабораторных исследований. Для проведения отдельных анализов из лабораторной пробы также методом квартования отбирают аналитические пробы. Величина аналитической пробы зависит от методики определения показателей. Проба берется не менее чем в трехкратной повторности.

4.2. Определение физических параметров отходов

Составы отходов могут различаться в зависимости от экономических аспектов и месторасположения государства или населенного места, по потребительскому характеру, по средним доходам населения и

т.д. В развитых государствах часть органических, зеленых отходов и отходов пищи в общей массе отходов составляет примерно 38 %, бумага и картон – 23 %, пластмасса – 8 %, металлы – 4 %, а также меньшая часть отходов в общем составе – текстиль, отходы большого размера (от ремонтных работ, старой мебели и т.д.). Опасные отходы от домашнего хозяйства (например, батарейки, остатки красок, остатки бытовой химии) – примерно 0,5 % от общего количества бытовых отходов (ОЕСД 2002).

4.2.1. Определение морфологического состава отходов

Твердые отходы включают разнообразные вещества органического и неорганического происхождения. Под морфологическим составом понимают содержание отдельных составляющих частей отходов (бумага, картон, текстиль, стекло, пластмасса, пищевые отходы, камни, кости, резина, кожа, древесина, металлический лом цветной и черный, уличный смет и прочие, не поддающиеся классификации), выраженное в процентах к их общей массе. Его определяют при естественном состоянии отходов.

Методика определения морфологического состава твердых бытовых отходов основывается на гравиметрическом методе анализа.

Диапазон определяемых содержаний от 0,025 % до 100 %.

Для обеспечения метрологических характеристик методики масса отдельных проб составляющих твердых бытовых отходов должна находиться в пределах от 0,5 до 2000 г.

Результаты определения морфологического состава твердых бытовых отходов с погрешностью, не должны превышать значения, приведенные в табл. 15.

Т а б л и ц а 15

Диапазон содержаний, показатель точности

Диапазон содержания (массовая доля), %	Показатель точности (границы относительной погрешности при вероятности $P=0,95$) +/- дельта, %
От 0,025 до 0,10 включ.	36
Св. 0,10 до 100 включ.	30

П р и м е ч а н и я :

1. Значение показателя точности установлено расчетно-экспериментальным методом.

2. Экспериментальные данные были получены в условиях прецизионности при вариации факторов «оператор», «время». При наборе экспериментальных данных операторы получали результаты для одной и той же исходной усредненной пробы.

3. При расчете суммарной погрешности (показателя точности) учтены:

- погрешности взвешивания исходной усредненной пробы;
- погрешности взвешивания отдельных составляющих исходной усредненной пробы;
- неоднородность исходной усредненной пробы.

Средства измерений:

- весы лабораторные высокого класса точности с наибольшим пределом взвешивания 2200 г по ГОСТ 24104–2001;
- гири Г-2-210 по ГОСТ 7328–2001.

Вспомогательные устройства:

- лопата;
- щипцы;
- контейнеры.

П р и м е ч а н и я :

1. Весы лабораторные должны быть поверены в установленном порядке.
2. Допускается применение других весов, метрологические характеристики которых не хуже указанных в табл. 16.

Т а б л и ц а 1 6

Интервалы взвешивания и пределы допускаемой погрешности для весов лабораторных высокого класса точности с наибольшим пределом взвешивания НПВ = 2200 г, ценой поверочного деления $e = 100$ мг и ценой деления шкалы $d = 10$ мг

Интервалы взвешивания	Пределы допускаемой погрешности	
	при первичной поверке	в эксплуатации
От 0,5 до 500 г включ.	+/- 50 мг	+/- 100 мг
Св. 500 до 2000 г включ.	+/- 100 мг	+/- 200 мг
Св. 2000 до 2200 г включ.	+/- 150 мг	+/- 300 мг

Метод измерения – гравиметрический.

Взвешивают каждую составную часть твердого бытового отхода и определяют его процентное отношение к общей массе отхода.

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия.

Атмосферное давление, кПа	84 – 106
Температура воздуха, °С	20 +/- 5
Относительная влажность воздуха, %	не более 80
Напряжение питания электросети, В	220 +/- 22
Частота переменного тока, Гц	50 +/- 1

Первичная объединенная проба образуется из нескольких точечных проб, отобранных в одно и то же время из одного источника образования или накопления отходов – контейнера, бункера, хвостохранилища, ковша, шламонакопителя, свалки, карьера и др. Для получения пробы, доставляемой на анализ в лабораторию, первичную пробу усредняют, перемешивая ее лопатами, выкладывают на предварительно подготов-

ленную чистую и сухую поверхность и отбирают 5 единичных проб по схеме конверта. Из 5 единичных проб при их смешивании получают усредненную пробу массой не более 2,0 кг, которую отправляют на анализ.

Отбор пробы отходов документально оформляется в виде акта. В акте регистрируются: дата отбора пробы, наименование производителя отхода, наименование отхода, количество пробных площадок (емкостей), масса объединенной пробы, Ф.И.О. и должность лица, проводившего пробоотбор, Ф.И.О. и должность лица, в чьем присутствии производился отбор пробы.

Пробу твердых бытовых отходов, доставленную в лабораторию, взвешивают для определения общей массы. Пробу разбирают щипцами в предварительно подготовленные емкости по составу (бумага, картон, текстиль, стекло, пластмасса, пищевые отходы, камни, кости, резина, кожа, древесина, металлический лом цветной и черный, уличный смет и прочие, не поддающиеся классификации).

Отдельные составляющие компоненты взвешивают, определяя их процентное соотношение к общей массе отхода, взятого на анализ.

Содержание каждой составной части отхода X , %, определяют в весовых процентах по отношению к общему весу отхода по формуле

$$X = \frac{m_{\text{состав}}}{m_{\text{общ}}} \times 100 \%,$$

где $m_{\text{состав}}$ – масса составной части отхода, г;

$m_{\text{общ}}$ – общая масса отхода, г.

Результат измерения X (%) в документах, регламентирующих его использование, может быть представлен в виде:

$$X \pm \text{ДЕЛЬТА}, P = 0,95,$$

где ДЕЛЬТА – показатель точности методики.

Значение ДЕЛЬТА рассчитывают по формуле

$$\text{ДЕЛЬТА} = 0,01 \times \text{дельта} \times X.$$

4.3. Определение фракционного состава отходов

На технологию сбора и удаления отходов, конструктивные параметры машин и оборудования мусороперерабатывающих заводов влияет фракционный состав бытовых отходов, под которым понимают содержание частей разного размера, выраженное в процентах к общей массе твердых отходов. Определяют фракционный состав последова-

тельным просеиванием средних проб отходов на ситах с размером ячеек 300, 250, 200, 150, 100, 50, 30 и 20 мм и установлением морфологического состава на каждом сите.

Основная часть отходов имеет размер менее 150 мм (до 80 % массы сырых отходов). Содержание отходов с размерами частиц более 350 мм незначительно, а с размерами 350–1300 мм – 0,5–2 % от общей массы отходов. Частицы размером менее 150 мм содержат 90–95 % пищевых отходов, более 50 % всей бумаги, 95 % общего содержания стекла, металла, камней и костей.

4.4. Определение средней плотности отхода

Средняя плотность зависит от морфологического состава, средней плотности отдельных компонентов и влажности твердых отходов.

Среднюю плотность можно определять в мусоровозных контейнерных машинах путем взвешивания их в порожнем и груженом состояниях с учетом степени заполнения отходами контейнеров.

Одним из основных параметров при расчете размеров бункеров мусоропроводов, при определении количества сборников, площади павильонов для хранения мусора, количества и типов транспортных средств, а также при выборе уплотняющих устройств, методов удаления и обезвреживания бытовых отходов является их средняя плотность. Ее определяют в лабораторных условиях с помощью мерного металлического бака вместимостью 45 л. В такой бак отходы помещают в рыхлом состоянии и взвешивают. Среднюю плотность, т/м³ или кг/л, вычисляют по формуле

$$\rho_{\text{ср}} = \frac{M_{\text{бр}} - M_{\text{т}}}{V},$$

где $M_{\text{бр}}$ – масса отходов с тарой, т (кг);

$M_{\text{т}}$ – масса тары, т (кг);

V – вместимость тары, м³ (л).

Средняя плотность компонентов бытовых отходов, т/м³ [1]

Пищевые отходы	0,48
Бумага.....	0,04–0,06
В том числе:	
условно чистая.....	0,02–0,03
загрязненная.....	0,07–0,08
Картон	0,05–0,07
Текстиль	0,16–0,18

В том числе:

условно чистый	0,12–0,16
загрязненная.....	0,18–0,2
Металл.....	0,22
Стекло.....	0,34–0,48
Кожа, резина	0,22–0,25
Дерево	0,22
Кости	0,36–0,52
Уголь, сухой шлак	1
Камни	1,5
Прочее.....	0,22–0,04
Отсев (менее 15 мм).....	0,77

Средняя плотность бытовых отходов колеблется в пределах 0,18–0,3 т/м³. Она имеет тенденцию к снижению за счет увеличения в составе отходов легких фракций — бумаги и упаковочного материала. В перспективе средняя плотность в местах сбора (до уплотнения в транспорте) составит 0,12–0,17 т/м³.

Для ориентировочных расчетов рекомендуется пользоваться нормативными данными.

Средняя плотность бытового мусора жилых домов, т/м³

Полностью благоустроенные жилые дома..... 0,27

Жилые дома со средним благоустройством
при местном отоплении дровами, водопроводе

и канализации

То же при отоплении каменным углем

Неблагоустроенные жилые дома

при отоплении дровами

То же при отоплении каменным углем

Средняя плотность пищевых отходов жилых домов составляет 0,5–0,7 т/м³.

4.5. Определение влажности отходов

Влажность, как правило, определяется путем отбора из лабораторной пробы образцов массой 50–100 г с последующим просушиванием их при 105 °С до постоянной массы.

4.6. Определение температуры отходов

Температура отходов замеряется непосредственно в кузове автотранспорта не менее чем в 5 точках на всю глубину. Отдельно фиксируется, если отходы находятся в состоянии горения или тления (без открытого пламени).

Контрольные вопросы

1. Объясните, в чем суть гравиметрического метода.
2. Что понимают под фракционным составом отходов?
3. Как производится предварительный отбор проб? Что является усредненной пробой?
4. Расскажите о методике определения средней плотности отходов.
5. Объясните суть метода определения морфологического состава отходов.
6. Приведите правила оформления отбора проб.

5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ОТХОДОВ

5.1. Общие сведения

Химический анализ служит средством контроля производства и качества продукции и отходов в ряде отраслей народного хозяйства. Анализ – главное средство контроля за загрязненностью окружающей среды. Выяснение химического состава почв, удобрений, кормов и сельскохозяйственной продукции, отходов важно для нормального функционирования агропромышленного комплекса.

Научная основа химического анализа – аналитическая химия.

Аналитическая химия – это наука об определении химического состава веществ и отчасти их химического строения. Методы аналитической химии позволяют отвечать на вопросы о том, из чего состоит вещество, какие компоненты входят в его состав. Эти методы часто дают возможность узнать, в какой форме данный компонент присутствует в веществе, например установить степень окисления элемента, иногда – оценить пространственное расположение компонентов.

При разработке методов часто заимствуют идеи из смежных областей науки. В задачи аналитической химии входят разработка теоретических основ методов, установление границ их применимости, оценка метрологических и других характеристик, создание методик анализа различных объектов.

Методы и средства анализа постоянно изменяются: привлекаются новые подходы, используются новые принципы, явления, часто из далеких областей знания.

Под методом анализа понимают достаточно универсальный и теоретически обоснованный способ определения состава безотносительно к определяемому компоненту и к анализируемому объекту. Когда говорят о методе анализа, имеют в виду принцип, положенный в основу, количественное выражение связи между составом и каким-либо измеряемым свойством; отобранные приемы осуществления, включая выявление и устранение помех; устройства для практической реализации и способы обработки результатов измерений. Методика анализа – это подробное описание анализа данного объекта с использованием выбранного метода.

Можно выделить три функции аналитической химии как области знания:

1. Решение общих вопросов анализа.
2. Разработка аналитических методов.

3. Решение конкретных задач анализа.

Различают *качественный* и *количественный* анализы. Первый решает вопрос о том, какие компоненты включает анализируемый объект, второй дает сведения о количественном содержании всех или отдельных компонентов.

На основе аналитических методов в настоящее время анализируют качественный и количественный состав разных видов отходов. В методиках зачастую используют от самых простых анализов до сложных, предусматривающих применение новейшего оборудования.

5.2. Классификация химических методов определения состава отходов

Все существующие методы аналитической химии можно разделить на методы пробоотбора, разложения проб, разделения компонентов, обнаружения (идентификации) и определения. Существуют гибридные методы, сочетающие разделение и определение. Методы обнаружения и определения имеют много общего.

Наибольшее значение имеют методы определения. Их можно классифицировать по характеру измеряемого свойства или способу регистрации соответствующего сигнала. Методы определения делятся на *химические*, *физические* и *биологические*.

Химические методы базируются на химических (в том числе электрохимических) реакциях. Сюда можно отнести и методы, называемые физико-химическими.

Физические методы основаны на физических явлениях и процессах, биологические – на явлении жизни.

Основные требования к методам аналитической химии: правильность и хорошая воспроизводимость результатов, низкий предел обнаружения нужных компонентов, избирательность, экспрессность, простота анализа, возможность его автоматизации.

Выбирая метод анализа, необходимо четко знать цель анализа, задачи, которые нужно при этом решить, оценить достоинства и недостатки доступных методов анализа.

5.3. Аналитический сигнал

После отбора и подготовки пробы наступает стадия химического анализа, на которой и проводят обнаружение компонента или определение его количества. С этой целью измеряют *аналитический сигнал*. В большинстве методов аналитическим сигналом является среднее из

измерений физической величины на заключительной стадии анализа, функционально связанной с содержанием определяемого компонента.

В случае необходимости обнаружения какого-либо компонента обычно фиксируют *появление* аналитического сигнала – образование осадка, окраски, линии в спектре и т.д. Появление аналитического сигнала должно быть надежно зафиксировано. При определении количества компонента измеряется *величина* аналитического сигнала – масса осадка, сила тока, интенсивность линии спектра и т.д.

5.4. Методы аналитической химии

5.4.1. Методы маскирования, разделения и концентрирования

Маскирование – это торможение или полное подавление химической реакции в присутствии веществ, способных изменить ее направление или скорость. При этом не происходит образования новой фазы. Различают два вида маскирования – термодинамическое (равновесное) и кинетическое (неравновесное). При термодинамическом маскировании создаются условия, при которых условная константа реакции понижается до такой степени, что реакция идет незначительно. Концентрация маскируемого компонента становится недостаточной для того, чтобы надежно зафиксировать аналитический сигнал. Кинетическое маскирование основано на увеличении разницы между скоростями реакции маскируемого и определяемого веществ с одним и тем же реагентом.

Разделение и концентрирование. Необходимость разделения и концентрирования может быть обусловлена следующими факторами: проба содержит компоненты, мешающие определению; концентрация определяемого компонента ниже предела обнаружения метода; определяемые компоненты неравномерно распределены в пробе; отсутствуют стандартные образцы для градуировки приборов; проба высокотоксична, радиоактивна и дорога.

Разделение – это операция (процесс), в результате которой компоненты, составляющие исходную смесь, отделяются один от другого.

Концентрирование – это операция (процесс), в результате которой повышается отношение концентрации или количества микрокомпонентов к концентрации или количеству макрокомпонента.

Осаждение и соосаждение. Осаждение, как правило, применяют для разделения неорганических веществ. Осаждение микрокомпонентов органическими реагентами и особенно их соосаждение обеспечивают высокий коэффициент концентрирования. Эти методы используют в комбинации с такими методами определения, которые рассчитаны на получение аналитического сигнала от твердых образцов.

Разделение путем осаждения основано на различной растворимости соединений, преимущественно в водных растворах.

Соосаждение – это распределение микрокомпонента между раствором и осадком.

Экстракция – это физико-химический процесс распределения вещества между двумя фазами, чаще всего между двумя несмешивающимися жидкостями. Также это процесс массопереноса с химическими реакциями.

Экстракционные методы пригодны для концентрирования, извлечения микрокомпонентов или макрокомпонентов, индивидуального и группового выделения компонентов при анализе разнообразных промышленных и природных объектов. Метод прост и быстр в выполнении, обеспечивает высокую эффективность разделения и концентрирования и совместим с разными методами определения. Экстракция позволяет изучать состояние веществ в растворе при различных условиях, определять физико-химические характеристики.

Сорбцию используют для разделения и концентрирования веществ. Сорбционные методы обычно обеспечивают хорошую селективность разделения, высокие значения коэффициентов концентрирования.

Сорбция – процесс поглощения газов, паров и растворенных веществ твердыми или жидкими поглотителями на твердом носителе (сорбентами).

Электролитическое выделение и цементация. Наиболее распространен метод электровыделения, при котором отделяемое или концентрированное вещество выделяют на твердых электродах в элементарном состоянии или в виде какого-то соединения. Электролитическое выделение (электролиз) основано на осаждении вещества электрическим током при контролируемом потенциале. Наиболее распространен вариант катодного осаждения металлов. Материалом электродов может служить углерод, платина, серебро, медь, вольфрам и т.д.

Электрофорез основан на различиях в скоростях движения частиц разного заряда, формы и размера в электрическом поле. Скорость движения зависит от заряда, напряженности поля и радиуса частиц. Различают два варианта электрофореза: фронтальный (простой) и зонный (на носителе). В первом случае небольшой объем раствора, содержащего разделяемые компоненты, помещают в трубку с раствором электролита. Во втором случае передвижение происходит в стабилизирующей среде, которая удерживает частицы на местах после отключения электрического поля.

Метод цементации заключается в восстановлении компонентов (обычно малых количеств) на металлах с достаточно отрицательными

потенциалами или альмагамах электроотрицательных металлов. При цементации происходит одновременно два процесса: катодный (выделение компонента) и анодный (растворение цементирующего металла).

Методы испарения. Методы *дистилляции* основаны на разной летучести веществ. Вещество переходит из жидкого состояния в газообразное, а затем конденсируется, образуя снова жидкую или иногда твердую фазу.

Простая отгонка (выпаривание) – одноступенчатый процесс разделения и концентрирования. При выпаривании удаляются вещества, которые находятся в форме готовых летучих соединений. Это могут быть макрокомпоненты и микрокомпоненты, отгонку последних применяют реже.

Возгонка (сублимация) – перевод вещества из твердого состояния в газообразное и последующее осаждение его в твердой форме (минуя жидкую фазу). К разделению возгонкой прибегают, как правило, если разделяемые компоненты трудно плавятся или труднорастворимы.

Управляемая кристаллизация. При охлаждении раствора, расплава или газа происходит образование зародышей твердой фазы – кристаллизация, которая может быть неуправляемой (объемной) и управляемой. При неуправляемой кристаллизации кристаллы возникают самопроизвольно во всем объеме. При управляемой кристаллизации процесс задается внешними условиями (температура, направление движения фаз и т.п.).

Различают два вида управляемой кристаллизации: направленную кристаллизацию (в заданном направлении) и зонную плавку (перемещение зоны жидкости в твердом теле в определенном направлении).

При направленной кристаллизации возникает одна граница раздела между твердым телом и жидкостью – фронт кристаллизации. В зонной плавке две границы: фронт кристаллизации и фронт плавления.

5.4.2. Хроматографические методы

Хроматография – часто используемый аналитический метод. Новейшими хроматографическими методами можно определять газообразные, жидкие и твердые вещества с молекулярной массой от единиц до 10^6 . Это могут быть изотопы водорода, ионы металлов, синтетические полимеры, белки и др. С помощью хроматографии получена обширная информация о строении и свойствах органических соединений многих классов.

Хроматография – это физико-химический метод разделения веществ, основанный на распределении компонентов между двумя фазами – неподвижной и подвижной. Неподвижной фазой (стационарной)

обычно служит твердое вещество (его часто называют сорбентом) или пленка жидкости, нанесенная на твердое вещество. Подвижная фаза представляет собой жидкость или газ, протекающий через неподвижную фазу.

Метод позволяет разделять многокомпонентную смесь, идентифицировать компоненты и определять ее количественный состав.

Хроматографические методы классифицируют по следующим признакам:

а) по агрегатному состоянию смеси, в котором производят ее разделение на компоненты – газовая, жидкостная и газожидкостная хроматография;

б) по механизму разделения – адсорбционная, распределительная, ионообменная, осадочная, окислительно-восстановительная, адсорбционно – комплексообразовательная хроматография;

в) по форме проведения хроматографического процесса – колоночная, капиллярная, плоскостная (бумажная, тонкослойная и мембранная).

5.4.3. Химические методы

В основе химических методов обнаружения и определения химического состава отходов лежат химические реакции трех типов: кислотно-основные, окислительно-восстановительные и комплексообразования. Иногда они сопровождаются изменением агрегатного состояния компонентов. Наибольшее значение среди химических методов имеют гравиметрический и титриметрический. Эти аналитические методы называются классическими. Критериями пригодности химической реакции как основы аналитического метода в большинстве случаев являются полнота протекания и большая скорость.

Гравиметрические методы. Гравиметрический анализ заключается в выделении вещества в чистом виде и его взвешивании. Чаще всего такое выделение проводят осаждением. Реже определяемый компонент выделяют в виде летучего соединения (методы отгонки). В ряде случаев гравиметрия – лучший способ решения аналитической задачи. Это абсолютный (эталонный) метод.

Недостатком гравиметрических методов является длительность определения, особенно при серийных анализах большого числа проб, а также неселективность – реагенты-осадители за небольшим исключением редко бывают специфичны. Поэтому часто необходимы предварительные разделения.

Аналитическим сигналом в гравиметрии является масса.

Титриметрические методы. Титриметрическим методом количественного химического анализа называют метод, основанный на измерении количества реагента В, затраченного на реакцию с определяемым компонентом А. Практически удобнее всего прибавлять реагент в виде его раствора точно известной концентрации. В таком варианте титрованием называют процесс непрерывного добавления контролируемого количества раствора реагента точно известной концентрации (титрана) к раствору определяемого компонента.

В титриметрии используют три способа титрования: прямое, обратное и титрование по заместителю.

Прямое титрование – это титрование раствора определяемого вещества А непосредственно раствором титрана В. Его применяют в том случае, если реакция между А и В протекает быстро.

Обратное титрование заключается в добавлении к определяемому веществу А избытка точно известного количества стандартного раствора В и после завершения реакции между ними, титровании оставшегося количества В раствором титрана В'. Этот способ применяют в тех случаях, когда реакция между А и В протекает недостаточно быстро либо нет подходящего индикатора для фиксирования точки эквивалентности реакции.

Титрование по заместителю заключается в титровании титрантом В не определяемого количества вещества А, а эквивалентного ему количества заместителя А', получающегося в результате предварительно проведенной реакции между определяемым веществом А и каким-либо реагентом. Такой способ титрования применяют обычно в тех случаях, когда невозможно провести прямое титрование.

Кинетические методы основаны на использовании зависимости скорости химической реакции от концентрации реагирующих веществ, а в случае каталитических реакций – и от концентрации катализатора. Аналитическим сигналом в кинетических методах является скорость процесса или пропорциональная ей величина.

Реакция, положенная в основу кинетического метода, называется индикаторной. Вещество, по изменению концентрации которого судят о скорости индикаторного процесса, – индикаторным.

Биохимические методы. Среди современных методов химического анализа важное место занимают биохимические методы. К биохимическим методам относят методы, основанные на использовании процессов, происходящих с участием биологических компонентов – ферментов, антител и т.п. Аналитическим сигналом при этом чаще всего является либо начальная скорость процесса, либо конечная концентрация

одного из продуктов реакции, определяемая любым инструментальным методом.

Ферментативные методы основаны на использовании реакций, катализируемых ферментами – биологическими катализаторами, отличающимися высокой активностью и избирательностью действия.

Иммунохимические методы анализа основаны на специфическом связывании определяемого соединения – антигена – соответствующими антителами. Иммунохимическая реакция в растворе между антителами и антигенами – сложный процесс, протекающий в несколько стадий.

5.4.4. Электрохимические методы

Электрохимические методы анализа и исследования основаны на изучении и использовании процессов, протекающих на поверхности электрода или в приэлектродном пространстве. Любой электрический параметр (потенциал, сила тока, сопротивление и др.), функционально связанный с концентрацией анализируемого раствора и поддающийся правильному измерению, может служить аналитическим сигналом.

Различают прямые и косвенные электрохимические методы. В прямых методах используют зависимость силы тока (потенциала и т.д.) от концентрации определяемого компонента. В косвенных методах силу тока (потенциал и т.д.) измеряют с целью нахождения конечной точки титрования определяемого компонента подходящим титрантом, т.е. используют зависимость измеряемого параметра от объема титранта.

Для любого рода электрохимических измерений необходима электрохимическая цепь или электрохимическая ячейка, составной частью которой является анализируемый раствор.

Существуют различные способы классификации электрохимических методов – от очень простых до очень сложных, включающих рассмотрение деталей электродных процессов.

5.4.5. Спектроскопические методы

К спектроскопическим методам анализа относят физические методы, основанные на взаимодействии электромагнитного излучения с веществом. Это взаимодействие приводит к различным энергетическим переходам, которые регистрируются экспериментально в виде поглощения излучения, отражения и рассеяния электромагнитного излучения.

5.4.6. Масс-спектрометрические методы

Масс-спектрометрический метод анализа основан на ионизации атомов и молекул излучаемого вещества и последующем разделении образующихся ионов в пространстве или во времени.

Масс-спектрометрия широко применяется для идентификации и установления структуры органических соединений. Молекулярный анализ сложных смесей органических соединений целесообразно проводить после их хроматографического разделения.

5.4.7. Методы анализа, основанные на радиоактивности

Методы анализа, основанные на радиоактивности, возникли в эпоху развития ядерной физики, радиохимии, атомной техники и с успехом применяются в настоящее время при проведении разнообразных анализов, в том числе в промышленности и геологической службе. Эти методы весьма многочисленны и разнообразны. Можно выделить четыре основные группы: радиоактивный анализ; методы изотопного разбавления и другие радиоиндикаторные методы; методы, основанные на поглощении и рассеянии излучений; чисто радиометрические методы. Наибольшее распространение получил *радиоактивационный метод*. Этот метод появился после открытия искусственной радиоактивности и основан на образовании радиоактивных изотопов определяемого элемента при облучении пробы ядерными или γ -частицами и регистрации полученной при активации искусственной радиоактивности.

5.4.8. Термические методы

Термические методы анализа основаны на взаимодействии вещества с тепловой энергией. Наибольшее применение в аналитической химии находят термические эффекты, которые являются причиной или следствием химических реакций. В меньшей степени используются методы, основанные на выделении или поглощении теплоты в результате физических процессов. Это процессы, связанные с переходом вещества из одной модификации в другую, с изменением агрегатного состояния и другими изменениями межмолекулярного взаимодействия, например, происходящими при растворении или разбавлении. В табл. 17 приведены наиболее распространенные методы термического анализа.

Термические методы успешно используются для анализа металлургических материалов, минералов, силикатов, а также полимеров, для фазового анализа почв, для определения содержания влаги в пробах.

Таблица 17

Название метода	Регистрируемый параметр
Термогравиметрия	Изменение массы
Термический и дифференциальный термический анализ	Выделяемая или поглощаемая теплота
Термометрическое титрование	Изменение температуры
Энтальпиметрия	Выделяемая или поглощаемая теплота
Дилатометрия	Изменение температуры
Катарометрия	Изменение температуры

5.4.9. Биологические методы анализа

Биологические методы анализа основаны на том, что для жизнедеятельности – роста, размножения и вообще нормального функционирования живых существ – необходима среда строго определенного химического состава. При изменении этого состава, например при исключении из среды какого-либо компонента, или введении дополнительного (определяемого) соединения организм через какое-то время, иногда практически сразу, подает соответствующий ответный сигнал. Установление связи характера или интенсивности ответного сигнала организма с количеством введенного в среду или исключенного из среды компонента служит для его обнаружения и определения.

Аналитическими индикаторами в биологических методах являются различные живые организмы, их органы и ткани, физиологические функции и т.д. В роли индикаторного организма могут выступать микроорганизмы, беспозвоночные, позвоночные, а также растения.

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой аналитический сигнал?
2. Какие методы используются чаще всего для определения качественного состава отходов?
3. Рассмотрите классификацию химических методов анализа.
4. Раскройте суть хроматографического метода анализа.
5. На чем основываются термические методы анализа?
6. На чем основываются биологические методы анализа?

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ

Изучение химических свойств промышленных отходов преследует следующие цели:

- а) определение растворимости и фактической концентрации C_f в воде содержащихся в промышленных отходах вредных веществ в состоянии, имитирующем условия полигонов твердых бытовых отходов;
- б) определение условий, при которых промышленные отходы становятся взрывоопасными или самовоспламеняющимися.

Одним из этапов исследования отходов является определение в них вида вредных соединений, которое заключается в обобщении результатов качественного и количественного анализа сырья, полуфабрикатов и готовой продукции.

К вредным относятся вещества, включенные в официальные перечни «Предельно допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов».

6.1. Анализ растворимости и фактической концентрации C_f в воде

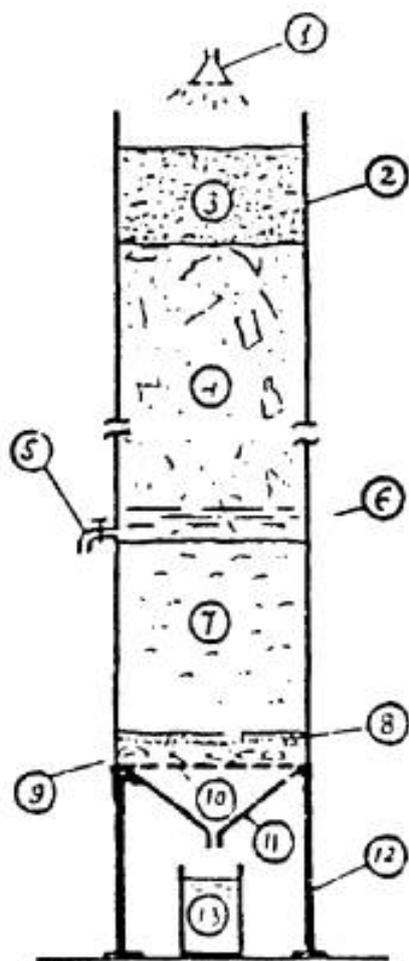
Анализ растворимости в воде вредных веществ, содержащихся в отходах, выполняется по стандартным методикам с учетом следующих особенностей:

- а) растворимость проверяется в двух вариантах температуры воды: 10 и 40 °С;
- б) растворимость проверяется при трех вариантах рН: 5, 7, 10;
- в) проверяется растворимость золы и шлака отходов, подвергнутых сжиганию в муфельной печи;
- г) водная вытяжка для исследований готовится с учетом разведения промтоходов водой питьевого качества (ГОСТ 2874–73 «Вода питьевая») в соотношении 1:1, время контакта составляет 15 сут.

Концентрацию вредных веществ, которые дают в раствор промышленные отходы, целесообразно определять по методикам, представленным в следующих книгах: Лурье Ю.Ю., Рыбникова А.И. Химический анализ производственных сточных вод. (М.: Химия, 1974); Методы определения тяжелых металлов в загрязненных природных и разбавленных водах (М.: Колос, 1969); Методическое руководство по анализу природных и сточных вод (Челябинск: Южно-Уральское кн. изд-во, 1973).

6.2. Определение эффекта очистки фильтрата (вытяжки) в водоупорном слое

Данная операция осуществляется при моделировании полигона твердых бытовых отходов, при этом используются принципы, заложенные в модель полей подземной фильтрации, разработанную в Киевском медицинском институте имени А.А. Богомольца проф. Е.И. Гончаруком в 1960 г. Схема модели полигона твердых бытовых отходов представлена на рис.1. Модель представляет собой контейнер, выполненный из оцинкованного железа или нержавеющей стали толщиной 1–1,5 мм, покрытого изнутри техническим вазелином. Дно контейнера двойное. Наружное коническое имеет отверстие с патрубком диаметром 10–15 мм. Внутреннее дно является несущим для складированной массы отходов и грунта, выполняется из металлического листа толщиной 5 мм и усиливается по периметру ребрами жесткости. Во внутреннем дне сверлят отверстия диаметром 3–5 мм на расстоянии 25–40 мм друг от друга. Полная высота модели 250 см, полезная высота от внутреннего дырчатого дна до верхней кромки 200 см. На дырчатое дно укладывается слой гравия, щебня или боя керамических плиток на высоту 1–3 см, далее – слой песка толщиной 3 см. После песка следует



слой глины в пластичном состоянии, характеризующейся коэффициентом фильтрации не более 10–50 см/с, высотой 50 см. Поверх глины с уплотнением 600–700 кг/м³ укладывается смесь твердых бытовых и испытываемых промышленных отходов слоем 100 см. Сверху отходы изолируются слоем грунта 25 см.

Рис. 1. Схема модели полигона твердых бытовых отходов:

1 – устройство для орошения поверхности водой; 2 – корпус контейнера; 3 – грунт слоем 25 см; 4 – смесь бытовых и промышленных отходов слоем 100 см; 5 – кран для взятия проб фильтрата до очистки; 6 – фильтрат над водоупорным слоем; 7 – глина слоем 50 см; 8 – песок слоем 3 см; 9 – гравий слоем 1–3 см; 10 – внутреннее дно контейнера с отверстиями диаметром 3–5 мм; 11 – наружное дно контейнера; 12 – стойки контейнера; 13 – емкость для сбора очищенного фильтрата

Количество подаваемой воды зависит от фильтрационных свойств глины и составляет 40–80 % массы загруженных в модель отходов за период эксперимента (2–3 мес). Контроль напора неочищенного фильтрата и отбор проб его осуществляются через кран, установленный на 1–2 см выше верхнего уровня слоя глины. Очищенный фильтрат сливается в емкость, установленную под коническим днищем.

Эффект очистки \mathcal{E} равен частному от деления концентрации исследуемого ингредиента в вытяжке C_{ϕ} на его концентрацию в фильтрате из модели, прошедшем водоупорный слой.

6.3. Определение взрывоопасности отходов

Проверяется взрывоопасность промышленных отходов, т.е. при какой температуре огнеопасные компоненты, содержащиеся в отходах, испаряясь, образуют с воздухом и газами полигонов взрывчатую смесь, дающую вспышку при поднесении открытого огня.

Температура вспышки отходов может быть определена приборами Абель-Пенского (А.П.), Мартенс-Пенского (М.П.) и Бронкена (Бр.). Температура вспышки самовоспламенения и пределы взрывчатости в смеси с воздухом многих опасных веществ представлены в «Справочной таблице огнеопасных веществ» Н.Т. Безуглова (М.-Л.: Гостоптехиздат, 1946).

Контрольные вопросы

1. Какие цели преследуются при химическом анализе промышленных отходов?
2. Какие особенности нужно учитывать при анализе растворимости отходов?
3. В чем суть определения взрывоопасности отходов?
4. Определение эффекта очистки фильтрата (вытяжки) в водоупорном слое.

7. ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ И ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Методика хромато-масс-спектрометрического определения летучих органических веществ в почве и отходах предназначена для центров госсанэпиднадзора, санитарных лабораторий промышленных предприятий, лабораторий научно-исследовательских институтов, работающих в области гигиены окружающей среды. С помощью данной методики возможны определение и контроль летучих органических веществ в почве и отходах для оценки соответствия уровня их содержания гигиеническим нормативам или требованиям, для оценки уровня загрязнения почвы и определения степени опасности твердых бытовых и промышленных отходов.

Методика дает возможность с помощью хромато-масс-спектрометрии идентифицировать и количественно определять 12 летучих органических соединений в почве и отходах производства и потребления в диапазоне концентраций 0,01–1,0 мг/кг. Методика обеспечивает выполнение измерений с погрешностью, не превышающей $\pm 20\%$ при доверительной вероятности 0,95.

7.1. Метод измерений

Измерение концентраций летучих органических веществ основано на извлечении их из почвы или отходов нагреванием, концентрировании на твердом полимерном адсорбенте, последующей термической десорбции с криогенным фокусированием в стеклянном капилляре, газохроматографическом разделении на кварцевой капиллярной колонке, идентификации по масс-спектрам и количественном определении по градуировочным характеристикам.

Нижний предел измерения ароматических углеводородов в массе пробы 1 г составляет 0,01 мкг, спиртов – 0,02 мкг, четыреххлористого углерода и других хлорсодержащих соединений – 0,03 мкг.

7.2. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы

При выполнении измерений применяют следующие средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы.

Таблица 18

Наименование вещества	Формула	Мол. масса	$T_{\text{кип.}} \text{ } ^\circ\text{C}$	Плотность г/см^3	Растворимость, г/л			ПДК мг/кг	Масс-спектры					
					вода	этанол	эфир		78	100	52	19	51	
Бензол	C_6H_6	78,0	80,0	0,879	0,82			0,3	100	52	19	51		
Толуол	C_7H_8	92,0	110,0	0,867	0,57			0,3	100	92	75	39		
Этилбензол	C_8H_{10}	106,1	136,2	0,867	0,14			-	100	106	33	51		
м, п-Ксилолы	C_8H_{10}	106,1	138,3	0,861	н.р	л.р	л.р	0,3	100	106	33	51		
о-Ксилол	C_8H_{10}	106,1	144,4	0,880	н.р	л.р	л.р	0,3	100	106	33	51		
Стирол	C_8H_8	104,15	145,2	0,906	т.р			0,1	100	103	40	78		
Изобутанол	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	74,1	108,0	0,802	9,0			-	100	31	67	42		
Углерод четыреххлористый	CCl_4	153,81	76,8	1,632	0,8			-	100	119	97	121		
Бутанол	$\text{C}_4\text{H}_{10}\text{O}$	74,1	117,3	0,810	7,9			-	100	56	84	41		
Хлороформ	CHCl_3	119,37	61,3	1,498	8,2			-	100	85	64	47		
1, 2-Дихлорэтан	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$	98,25	83,7	1,258	0,92			-	100	62	92	49		
Хлорбензол	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Cl}$	112,6	132,0	1,107	0,49			-	100	77	50	114		

Примечание. Величины приведены из Справочника химика (1963), растворимость указана при температуре $20 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Средства измерений

- Хромато-масс-спектрометр с магнитным или квадрупольным масс-анализатором.
- Компьютерная система, обеспечивающая сбор и хранение всех масс-спектров в процессе проведения хромато-масс-спектрометрического анализа.
- Весы аналитические ВЛА-200 ГОСТ 24104-80Е
- Мерные колбы, вместимостью 50 и 100 см³ ГОСТ 1770-74
- Меры массы ГОСТ 7328-82Е
- Микрошприц МШ-10М ГОСТ 8043-75
- Стеклянные пипетки вместимостью 1, 2, 5, 10, 25 см³ ГОСТ 29169-91
- Секундомер СД пр. 1-2-000 ГОСТ 5072-79

Вспомогательные устройства

1. Гайки накидные с прокладками из витона (диаметр отверстия – 6,0 мм).
2. Колонка хроматографическая кварцевая капиллярная длиной 60 м и внутренним диаметром 0,32 мм, покрытая неподвижной фазой SPB-1 (диметилполисилоксан) с толщиной пленки 1 мкм.
3. Капилляр стеклянный U-образный длиной 140 мм и диаметром 0,7 мм.
4. Капилляр стеклянный толстостенный длиной 200 мм, наружным диаметром 6,0 мм и внутренним диаметром 0,5 мм.
5. Сосуд Дьюара стеклянный высотой 80 мм и внутренним диаметром 25 мм.
6. Ступка фарфоровая с пестиком.
7. Трубки сорбционные из молибденового стекла длиной 200 мм и внутренним диаметром 5,6 мм.
8. Трубки из молибденового стекла полые длиной 200 мм и внутренним диаметром 5,6 мм.
9. Эксикатор.
10. Электродпечь трубчатая раздвижная длиной 150 мм и диаметром 25 мм.
11. Электродпечь трубчатая длиной 160 мм и диаметром 13 мм.
12. Вкладыши для электродпечей латунные разъемные длиной 150 мм и 170 мм и внутренним диаметром по 7,0 мм каждый.

Материалы

- Заглушки из фторопласта для сорбционных трубок.
- Мешочки для активированного угля марлевые.
- Стекловата силанизированная.

Реактивы

Азот жидкий	
Активированный уголь любой марки	
Бензол, х. ч.	ГОСТ 5955-75
Бутанол, х. ч.	ТУ 6-09-1708-77
Вода артезианская, дополнительно очищенная кипячением	
Гелий газообразный марки А в баллоне	ТУ 31-940-80
1, 2-Дихлорэтан, х. ч.	ТУ 6-09-2667-78
Изобутанол, х. ч.	ТУ 6-09-4354-77
м-Ксилол, х. ч.	ТУ 6-09-4556-77
о-Ксилол, х. ч.	ТУ 6-09-9156-76
п-Ксилол, х. ч.	ТУ 6-09-46-09-78
Силикагель КСК, крупнозернистый	
Стирол, х. ч.	ТУ 6-09-3998-78
Тенакс GC, зернением 0,2–0,25 мм фирмы «Altech Associates», США	
Толуол, х. ч.	ГОСТ 5789-78
Углерод четыреххлористый, х. ч.	ГОСТ 20228-74
Хлорбензол, х. ч.	ГОСТ 646-73
Хлороформ, х. ч.	ГОСТ 20015-74
Этанол, х. ч.	ГОСТ 18300-72
Этилбензол, х. ч.	ГОСТ 9385-77

7.3. Выполнение измерений

При выполнении измерений соблюдают следующие условия:

- процессы приготовления растворов и подготовки проб к анализу проводят в нормальных условиях согласно ГОСТу 15150–69 при температуре воздуха (20 ± 5) °С, атмосферном давлении 630–800 мм рт. ст. и влажности воздуха не более 80 %;

- выполнение измерений на хромато-масс-спектрометре проводят в условиях, рекомендованных технической документацией к прибору.

Перед выполнением измерений проводятся следующие работы: подготовка сорбционных трубок, приготовление растворов, подготовка хроматографической системы, установление градуировочной характеристики, подготовка проб.

Приготовление сорбционных трубок. Сорбционную трубку заполняют полимерным сорбентом тенакс, закрывают концы тампонами из стекловаты, помещают в нагретую до 300 °С трубчатую раздвижную электропечь и выдерживают в токе гелия при скорости 15 см³/мин в течение 24 ч. По окончании кондиционирования трубки с заглушенными концами помещают для хранения в промытый и тщательно про-

сушенный эксикатор, на дно которого насыпан слой сухого силикагеля КСК, а по бокам расположены марлевые мешочки с активированным углем.

Приготовление растворов. Исходными растворами являются растворы бензола, бутанола, 1, 2-дихлорэтана, изобутанола, о-, м-, п-ксилолов, стирола, толуола, четыреххлористого углерода, хлорбензола, хлороформа и этилбензола для градуировки ($c = 1 \text{ мг/см}^3$). 50 мг каждого из указанных соединений вносят в мерные колбы вместимостью 50 см^3 , доводят этанолом до метки и перемешивают. Срок хранения каждого раствора – 1 месяц при $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Рабочие растворы для градуировки. В мерные колбы вместимостью 100 см^3 , в соответствии с табл. 19, помещают исходные растворы каждого из соединений, доводят артезианской водой до метки и перемешивают. Срок хранения градуировочных растворов – 2 дня при $4 \text{ }^\circ\text{C}$.

Т а б л и ц а 19

Градуировочные растворы для установления градуировочной характеристики при определении летучих органических веществ в почве

Номер раствора	1	2	3	4	5	6	7
Объем каждого исходного раствора (1 мг/см^3), см^3	1,0	2,0	4,0	10	20	40	100
Концентрация вещества в растворе, мг/см^3	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	1,0
Количество вещества в 1 мм^3 , мкг	0,01	0,02	0,04	0,1	0,2	0,4	1,0

Подготовка хроматографической системы. На крышке термостата газового хроматографа устанавливают штатив с вертикально закрепленной на нем трубчатой электропечью, внутри которой помещают толстостенный стеклянный капилляр, к которому подводят газ-носитель гелий. Выход капилляра с помощью накидных гаек с прокладками из витона соединяют с U-образным стеклянным капилляром, который, в свою очередь, подсоединяют непосредственно к стеклянной капиллярной хроматографической колонке. После того как газовая линия хроматографической системы проверена на отсутствие утечек гелия, закрывают дверцу термостата хроматографа и проводят кондиционирование хроматографической колонки в токе гелия, поднимая температуру термостата со скоростью $5 \text{ }^\circ\text{C/мин}$ до $250 \text{ }^\circ\text{C}$. Колонку выдерживают при этой температуре в течение суток. После охлаждения термостата хроматографа до комнатной температуры выход колонки подсоединяют к молекулярному сепаратору масс-спектрометра и запи-

сывают нулевую линию. При отсутствии заметных флуктуаций система готова к работе.

Установление градуировочной характеристики осуществляется методом абсолютной градуировки на градуировочных растворах летучих органических веществ. Она выражает зависимость площади пика (безразмерные компьютерные единицы) от количества (мкг) каждого соединения и строится по семи сериям градуировочных растворов. Учитывая нелинейность детектора полного ионного тока в диапазоне концентраций 0,01–1,0 мг/см³, градуировочный график разбивают на два поддиапазона: 0,01–0,1 мг/см³ и 0,1–1,0 мг/см³.

Для построения градуировочного графика каждый из градуировочных растворов с помощью микрошприца объемом 1 мм³ вводят в середину трубки из молибденового стекла, заполненной 1,0 г сухого, неоднократно прокаленного (с целью устранения исходного загрязнения летучими органическими веществами) образца почвы или отхода. Далее пробу из этой трубки методом термической десорбции переводят в сорбционную трубку с тенаксом. Для этого трубки соединяют друг с другом, первую из них (с пробой) помещают в предварительно нагретую до 280–300 °С раздвижную трубчатую электропечь и в течение 10 мин пропускают через них гелий со скоростью 15 см³/мин. После завершения этой операции сорбционную трубку отсоединяют.

Градуировку детектора полного ионного тока хромато-масс-спектрометра проводят при следующих условиях:

- температура хроматографической колонки в течение первых 5 мин комнатная, затем программируется до 250 °С со скоростью 6,5 °С/мин;
- температура термодесорбции 280–300 °С;
- расход газа-носителя 1,8 см³/мин;
- ионизирующее напряжение в момент записи хроматограммы 20 В;
- ионизирующее напряжение в момент записи масс-спектра 70 В;
- ток эмиссии 50 мкА;
- ускоряющее напряжение 3500 В;
- температура ионного источника 270 °С;
- температура сепаратора 200 °С;
- диапазон сканируемых масс 25–236 а. е. м.;
- скорость сканирования магнитного поля магнита 250 масс/с.

Находящийся внутри термостата и соединенный с хроматографической колонкой U-образный стеклянный капилляр погружают в сосуд Дьюара с жидким азотом. Затем, ослабив обжимные гайки, из холодной электропечи извлекают постоянно находящийся в ней толстостенный

стеклянный капилляр и вместо него герметично закрепляют сорбционную трубку. В пространство между наружной стенкой сорбционной трубки и внутренней стенкой электропечи помещают термопару от испарителя хроматографа для контроля за температурой термодесорбции. Через 2–3 мин после вытеснения воздуха из сорбционной трубки включают электропечь, которая постепенно в течение 8–10 мин прогревается до 300 °С. Эту температуру выдерживают еще 1–2 мин, после чего нагрев отключают. В течение этого времени газ-носитель полностью освобождает сорбционную трубку от введенных в нее веществ и переносит их в U-образный охлажденный капилляр. По окончании термодесорбции и криогенного фокусирования жидкий азот убирают и U-образный капилляр на 10 с погружают в стаканчик с налитой в него горячей водой (температура не менее 90 °С), в результате чего вещества компактно переносятся в капиллярную хроматографическую колонку. После завершения хроматографического анализа нагрев термостата отключают, охлаждают хроматографическую колонку до комнатной температуры и извлекают охлажденную сорбционную трубку из электропечи, вставляя вместо нее толстостенный стеклянный капилляр.

На полученных хроматограммах с помощью программы интегрирования рассчитывают площади пиков соединений и по средним результатам из 4 измерений строят градуировочную характеристику для каждого из компонентов. Градуировку проводят раз в полгода и обязательно после ремонта хромато-масс-спектрометра.

7.4. Отбор проб и выполнение измерений

Пробы почвы и отходов отбирают методом конверта в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02.84 в стеклянные емкости темного цвета с плотными крышками. Пробы хранят при 4 °С в течение недели.

Отобранные точечные пробы извлекают из холодильника, выдерживают при комнатной температуре 2–3 ч, затем содержимое всех емкостей объединяют в фарфоровой ступке, аккуратно истирают пестиком конгломераты размером более 3–5 мм, переносят сыпучую массу в емкость с пробкой и тщательно перемешивают. Далее из этой массы гомогенизированной пробы 1 г образца фракции 0,5–1 мм помещают в полую трубку из молибденового стекла и фиксируют его (образец) с обеих сторон тампонами из стекловаты. Одновременно с началом проведения анализа включают компьютерную программу автоматического сканирования и сбора масс-спектрометрической информации. По окончании хроматографического анализа из массива масс-спектров формируют хроматограмму полного ионного тока, по которой прово-

дят идентификацию обнаруженных соединений. Идентификация заключается в сравнении записанных масс-спектров со стандартными. Параллельно с проведением хромато-масс-спектрометрического анализа определяют влажность почвы, для чего 15 г материала помещают в химический стакан, высушивают его при температуре $(105 \pm 2)^\circ\text{C}$ в течение 8 ч и доводят до постоянной массы, периодически (не менее 2–3 раз) взвешивая охлаждаемый до комнатной температуры стакан.

7.5. Вычисление результатов измерений

Абсолютное массовое количество каждого идентифицированного вещества (мкг) определяют по его градуировочной характеристике после компьютерного интегрирования хроматограммы полного ионного тока. Концентрацию вещества C в образце почвы (мг/кг) вычисляют по формуле

$$C = K \cdot a,$$

где a – абсолютное массовое количество вещества в пробе, определенное в 1 г пробы (мкг);

K – поправочный коэффициент, учитывающий влажность почвы (отходов),

$$K = \frac{100}{100 - W};$$

здесь W – влажность почвы (отходов) при комнатной температуре (%),

$$W = \frac{m_1 - m_0}{m_0 - m} \cdot 100,$$

где m_1 – масса влажной почвы (отходов) со стаканом (г);

m_0 – масса высушенной почвы (отходов) со стаканом (г);

m – масса стакана (г).

Результаты анализа (измерений) представляют в виде: C , мг/кг, $\pm 20\%$ или $C \pm 0,2 C$ мг/кг.

7.6. Контроль погрешности измерений

Проводят контроль погрешности измерений содержания каждого вещества с помощью градуировочных растворов. Рассчитывают среднее значение результатов измерений содержания введенного в почвен-

ный материал из градуировочного раствора вещества, отнесенное к единице массы почвы (отходов) (кг):

$$\bar{C}_{ni} = \frac{1}{n} \cdot \left(\sum_{i=1}^n C_{ni} \right),$$

где n – число измерений содержания вещества, введенного из градуировочного раствора;

C_{ni} – результат измерения содержания вещества i -го измерения (мг/кг).

Рассчитывают среднее квадратичное отклонение результата измерения концентрации каждого введенного органического вещества:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_{ni} - \bar{C}_{ni})^2}{n-1}}.$$

Находят доверительный интервал

$$\Delta \bar{C}_{ni} = \frac{S}{\sqrt{n}} \cdot t,$$

где t – коэффициент нормированных отклонений, определяемый по таблицам Стьюдента при доверительной вероятности 0,95, и затем относительную погрешность определения концентраций:

$$\delta = \frac{\Delta \bar{C}_{ni}}{\bar{C}_{ni}} \cdot 100 \%$$

Если $\delta \sim 20 \%$, то погрешность измерений удовлетворительная.

Контрольные вопросы

1. Суть хромато-масс-спектрометрического определения веществ.
2. Какие средства измерения используют при определении веществ хромато-масс-спектрометрическим анализом?
3. Перечислите вещества, которые определяются с помощью рассмотренной методики.
4. Какие условия должны соблюдаться при выполнении измерений?
5. Как проходит подготовка хроматографической системы?

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

1. ПНД Ф 16.1:2.3:3.10-98 Методика выполнения измерений содержания ртути в твердых объектах (почва, компосты, кеки, осадки сточных вод, пробы растительного происхождения) методом атомно-абсорбционной спектроскопии (метод «холодного пара»). Центр Исследования и Контроля Воды (ЦИиКВ).

2. ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98 Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах (почва, компосты, кеки, осадки сточных вод, пробы растительного происхождения) методом спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой. Центр Исследования и Контроля Воды (ЦИиКВ).

3. ПНД Ф 16.1:2.2:3.13-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) селена в твердых сыпучих материалах флуориметрическим методом с 2,3-ди-аминонафталином. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

4. ПНД Ф 16.1:2.2:3.14-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) мышьяка в твердых сыпучих материалах фотометрическим методом по молибденовой сини после экстракционного отделения в виде йодного комплекса. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

5. ПНД Ф 16.1:2.2:3.15-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) селена в твердых сыпучих материалах экстракционно-фотометрическим методом с ортофенилендиаминном. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

6. ПНД Ф 16.1:2.2:3.16-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) мышьяка в твердых сыпучих материалах фотометрическим и титриметрическим методам с выделением его гипофосфитом натрия. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

7. ПНД Ф 16.1:2.2:3.17-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) мышьяка и сурьмы в твердых сыпучих материалах атомно-абсорбционным методом с предварительной генерацией гидридов. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

8. ПНД Ф 16.1:2.2:3.18-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) бериллия в твердых сыпучих материалах флуориметрическим методом с морином. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

9. ПНД Ф 16.1:2.2:3.19-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) бериллия в твердых сыпучих

материалах фотометрическим методом с хромазуолом S и бромистым цетилпиридинием. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

10. ПНД Ф 16.1:2.2:3.20-98 (2004) Методика выполнения измерения массовой доли (валового содержания) мышьяка в твердых сыпучих материалах колориметрическим методом по реакции мышьяковистого водорода с бромидом двухвалентной ртути. ВИМС им. Н.М. Федоровского.

11. ПНД Ф 16.3.24-2000 (2005) Методика выполнения измерений массовых долей металлов (железо, кадмий, алюминий, магний, марганец, медь, никель, кальций, хром, цинк) в пробах промышленных отходов (шлаков, шламов, металлургического производства) атомно-абсорбционным методом. ОАО «Кировский завод по обработке цветных металлов».

12. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.25-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания ртути общей в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях беспламенным атомно-абсорбционным методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

13. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.26-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания хлористого метила, винилхлорида, винилиденхлорида, метилхлорида, хлороформа, четыреххлористого углерода, 1,2-дихлорэтана, бензола, трихлорэтилена, 1,1,2-трихлорэтана, толуола, орто-ксилола, суммарного содержания мета- и пара-ксилолов в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях газохроматографическим методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

14. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.27-02 (2005) Методика выполнения измерений массовой доли влаги (влажности) в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

15. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.28-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания хлоридов в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях меркуриметрическим методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

16. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.29-02 (2005) Методика выполнения измерений массовой доли золы в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гра-

виметрическим методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

17. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.30-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания азота аммонийного в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях фотометрическим методом с реактивом Несслера. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

18. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.31-02 (2005) Методика выполнения измерений щелочности в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях методом потенциометрического титрования. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

19. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.32-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания сухого и прокаленного остатка в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

20. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 (2005) Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом (ФР.1.31.2005.01764). НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

21. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.34-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания кальция и магния в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях комплексонометрическим методом с трилоном Б (Расчет общей жесткости). НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

22. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.35-02 (2005) Методика выполнения измерений содержания ртути в твердых и жидких отходах производства и потребления, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях фотометрическим методом с дитизоном. НТФ «Хромос», ОАО «Каустик», Экологический центр аналитического контроля.

23. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.36-02 (2011) Методика измерений валового содержания кадмия, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца, хрома и цинка в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах методом пламенной атомно-абсорбционной спектроскопии (ФР.1.31.2007.03819). ФБУ «ФЦАО».

24. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.37-02 (2011) Методика измерений валового содержания серы в почвах, грунтах, донных отложениях и отходах турбидиметрическим методом (ФР.1.31.2007.03820). ФБУ «ФЦАО», ЦЛАТИ по Астраханской области.

25. ПНД Ф 16.1.38-02 Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы методом капиллярной газожидкостной хроматографии. Экспертно-аналитический Центр «Экотерра».

26. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-03 (2012) Методика измерений массовой доли бенз(а)пирена в пробах почв, грунтов, твердых отходов, донных отложений, осадках сточных вод методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с флуоресцентным детектированием жидкостного хроматографа «Люмахром». НПФ «Люмекс».

27. ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05 Методика выполнения измерений массовой доли летучих фенолов в пробах почв, осадков сточных вод и отходов фотометрическим методом после отгонки с водяным паром (ФР.1.31.2007.03822). ЦЛАТИ по Новгородской области.

28. ПНД Ф 16.1:2.3:3.45-05 Методика выполнения измерений массовой доли формальдегида в пробах почв, осадков сточных вод и отходов фотометрическим методом с хромотроповой кислотой (ФР.1.31.2007.03823). ЦЛАТИ по Новгородской области.

29. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.48-06 Методика выполнения измерений массовой концентрации цинка, кадмия, свинца, меди, марганца, мышьяка и ртути в почвах, тепличных грунтах, сапропелях, илах, донных отложениях, твердых отходах методом инверсионной вольтамперометрии на анализаторах типа ТА (ФР.1.34.2005.02119). Томский политехнический университет, ООО НПП «Томьаналит».

30. ПНД Ф 16.1:2.2:3.49-07 Методика выполнения измерений содержания ртути в почве, донных отложениях, иле, твердых минеральных материалах методом инверсионной вольтамперометрии. Томский политехнический университет, ООО НПП «Томьаналит».

31. ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08 Методика выполнения измерений массовых долей подвижных форм металлов (цинка, меди, никеля, марганца, свинца, кадмия, хрома, железа, алюминия, титана, кобальта, мышьяка, ванадия) в почвах, отходах, компостах, кеках, осадках сточных вод атомно-эмиссионным методом с атомизацией в индуктивно-связанной аргоновой плазме (ФР.1.31.2008.05186). МУ «Городское управление аналитического оперативного контроля качества окружающей природной среды» (г. Волгоград).

32. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.51-08 Методика выполнения измерений массовой доли нитритного азота в почвах, грунтах, донных отложениях, илах, отходах производства и потребления фотометрическим мето-

дом с реактивом Грисса (ФР.1.31.2008.05187). ЦЛАТИ по Приморскому краю.

33. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.52-08 Методика выполнения измерений массовой доли кислоторастворимых форм фосфат-ионов в почвах, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления фотометрическим методом с аммонием молибденовоокислым (ФР.1.31.2008.05188). Воронежский филиал «ЦЛАТИ по ЦФО».

34. ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.53-08 Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых форм сульфат-ионов в почвах, илах, донных отложениях, отходах производства и потребления гравиметрическим методом (ФР.1.31.2009.05755). Воронежский филиал «ЦЛАТИ по ЦФО».

35. ПНД Ф 16.1.54-08 Методика выполнения измерений массовой доли водорастворимых подвижных форм фтора (фторид-ионов) в пробах водной вытяжки почв методом прямой потенциометрии. ЦЛАТИ по Красноярскому краю.

36. ПНД Ф 16.3.55-08 Твердые бытовые отходы. Определение морфологического состава гравиметрическим методом (ФР.1.31.2009.05756). ФБУ «ФЦАО».

37. ПНД Ф 16.1:2.3:2.2:3.57-08 Методика выполнения измерений массовой доли алюминия в почве, осадках сточных вод, шламах, отходах производств и потребления, активном иле очистных сооружений, донных отложениях фотометрическим методом с алюминоном (ФР.1.31.2009.05754). ФБУ «ФЦАО».

38. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08 Методика выполнения измерений массовой доли влаги в твердых и жидких отходах производства и потребления, почвах, осадках, шламах, активном иле, донных отложениях гравиметрическим методом. НТФ «Хромос».

39. ПНД Ф 16.1:2:2.3:2.2:3.59-09 Методика выполнения измерений массовых долей бензола и толуола в почве, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления газохроматографическим методом (ФР.1.31.2009.06094). ФБУ «ФЦАО».

40. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.60-09 Методика выполнения измерений массовых долей фенола и фенолпроизводных в почвах, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом хромато-масс-спектрометрии. Аналитический центр ЗАО «Роса».

41. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.61-09 Методика выполнения измерений массовых долей хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом хромато-масс-спектрометрии. Аналитический центр ЗАО «Роса».

42. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.62-09 Методика выполнения измерений массовых долей полициклических ароматических углеводородов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Аналитический центр ЗАО «Роса».

43. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.64-10 Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом (ФР 1.31.2010.07598). ФБУ «ФЦАО».

44. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.65-10 Методика измерений массовой доли диоксида кремния в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления гравиметрическим методом (ФР.1.31.2010.07599). ФБУ «ФЦАО».

45. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.66-10 Методика измерений массовой доли анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом (ФР.1.31.2010.07600). ФБУ «ФЦАО».

46. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.67-10 Методика измерений массовой доли азота нитратов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом с салициловой кислотой (ФР.1.31.2010.07601). ЦЛАТИ по Приморскому краю, ФБУ «ФЦАО».

47. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.68-10 Методика измерений массовой доли марганца в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, отходов производства и потребления фотометрическим методом с персульфатом аммония (ФР.1.31.2010.07602). ФБУ «ФЦАО».

48. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.70-10 Методика измерений массовой доли цианидов (в т.ч. находящихся в форме комплексных соединений) в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, жидких и твердых отходах производства и потребления фотометрическим методом с пиридином и барбитуровой кислотой. ЦЛАТИ по Красноярскому краю.

49. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.75-2012 Методика измерений массовой доли бензина в почве, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления газохроматографическим методом (ФР.1.31.2013.13822). ФБУ «ФЦАО», Воронежский филиал ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

50. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.76-2012 Методика измерений массовой доли стирола и орто-, мета-, пара-ксилолов в почве, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления газохроматографическим методом (ФР.1.31.2013.13823). ФБУ «ФЦАО», Воронежский филиал ФБУ «ЦЛАТИ по ЦФО».

51. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3.77-2013 Методика измерений массовой доли ванадия в почвах, грунтах, донных отложениях, отходах производства и потребления фотометрическим методом с фосфорной кислотой и вольфраматом натрия. ФБУ «ФЦАО», ЦЛАТИ по Воронежской области.

52. ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.79-2013 Методика измерений массовых долей ароматических углеводов в почвах, донных отложениях, осадках сточных вод и отходах производства и потребления газохроматографическим методом с масс-спектрометрическим детектированием. Аналитический центр ЗАО «Роса».

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Федеральный Закон Российской Федерации «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. (в редакции на 01.02.1999 г.).

2. Постатейный комментарий к Федеральному Закону «Об отходах производства и потребления» № 89-ФЗ от 24 июня 1998 г. (в редакции на 01.02.1999 г.).

3. Методические рекомендации по организации лицензирования деятельности по обращению с опасными отходами на территории Российской Федерации, утв. распоряжением МПР РФ № 483-Р от 02.12.2002 г.

4. Федеральный Закон «О государственной регистрации юридических лиц».

5. Постановление Правительства Российской Федерации от 23.05.2002 г. № 340.

6. Положение о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами, утверждённое постановлением Правительства РФ от 23 мая 2002 г. № 340.

7. ПР 50.2.009-94 «ГСИ. Порядок проведения испытаний и утверждения типа средств измерений».

8. ПР 50.2.011-94 «ГСИ. Порядок ведения Государственного реестра средств измерений».

9. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений».

10. Постановление Правительства РФ от 23 мая 2002 г. № 340 «Об утверждении Положения о лицензировании деятельности по обращению с опасными отходами» (Собрание законодательства РФ, 2002, № 23, ст. 2157).

11. Методические рекомендации по подготовке материалов, представляемых на Государственную экологическую экспертизу», утв. приказом МПР РФ № 575 от 09.07.2003 г.

12. Закон РФ «Об экологической экспертизе» от 23.11.1995 г. № 174-ФЗ.

13. Федеральный классификационный каталог отходов, утверждённый приказом МПР России от 02.12.2002 № 786 (зарегистрирован в Минюсте России 09.01.2003 № 4107).

14. Приказ МПР РФ от 30 июля 2003 г. № 663 «О внесении дополнений в федеральный классификационный каталог отходов, утверждённый приказом МПР России от 02.12.2002 № 786 «Об утверждении федерального классификационного каталога отходов» (зарегистрировано в Минюсте России 14.08.2003 г. № 4981).

15. Критерии отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды», утверждённые приказом МПР России от 15.06.2001 № 511 (не нуждается в государственной регистрации в соответствии с письмом Минюста России от 24.07.2001 г № 07/7483-ЮД).

16. Порядок подтверждения отнесения отходов к классам опасности и для окружающей природной среды (не нуждается в государственной регистрации – в соответствии с письмом Минюста № 07/7483-10д от 24.07.2001г).

17. Термодинамические свойства индивидуальных веществ: справочник / под. ред. В.П. Глушко. – М., 1977. Т. 2.

18. Несмеянов, А.Н. Давление пара химических элементов / А.Н. Несмеянов. – М., 1991.

19. Приказ Госкомэкологии от 27.11.1997 г. № 527, регистрационный номер в Минюсте России 1445 от 29.12.1997 г.

20. Приказ Минздрава СССР № 3170-84 г. «Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах, обуславливающих отнесение этих отходов к категории по токсичности». –М.: Минздрав СССР, 1984. – 10 с.

21. Постановление Правительства РФ № 818 от 26.10.2000 г «О порядке ведения реестра государственного отходов и проведения паспортизации опасных отходов».

22. Приказ МПР РФ № 479 от 06.06.2001 г «О реализации постановления Правительства РФ от 26.10.2000 г. № 818».

23. Приказ МПР РФ № 785 от 02.12.2002 г. «Об утверждении паспорта опасного отхода».

24. Федеральный Закон от 24.11.1994 года № 49-ФЗ «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением».

25. ГОСТ Р 12.1.052-97 от 01.02.1998 года «Информация о безопасности веществ и материалов (паспорт безопасности)» (введён в действие Постановлением Госстандарта России от 14 августа 1997 г. № 278).

26. Постановления Правительства РФ от 16 июня 2000 года № 461 «О правилах разработки и утверждения нормативов образования отходов и лимитов на их размещение».

27. Методические указания по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (утв. Приказом МПР России от 11.03.2002 г. № 115, зарег. в Минюсте РФ 09.06.2002 г., регистр. № 3553).

28. Справочные материалы по удельным показателям образования важнейших видов отходов производства и потребления / НИЦПУРО при Минэкономике России и Минприроды России. –М., 1996.

29. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 766 «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов».

30. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.07.1995 г. № 670 «О первоочередных мерах по выполнению Федерального закона «О ратификации Базельской конвенции о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением».

31. Постановление Правительства Российской Федерации от 26.05.1997 г. № 643 «Об утверждении Положения о Государственном комитете Российской Федерации по охране окружающей среды».

32. Базельская конвенция о контроле за трансграничной (транзитной) перевозкой опасных отходов и их удалением (Базель, 20-22 марта 1989 г.).

33. Положение о государственном регулировании трансграничных перевозок опасных отходов, утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 01.07.1996 г. № 766 «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов».

34. Приказ Госкомэкологии России от 04.03.1998 № 127 «О порядке взимания и использования платы за выдачу разрешений на трансграничные (транзитные) перевозки опасных отходов», зарегистрированный Минюстом России 08.04.1998 г., рег. № 1505 (Бюллетень нормативных актов федеральных органов исполнительной власти, 1998, № 9).

35. Ольшанова, К.М. Аналитическая химия / К.М.Ольшанова, С.К. Пискарева, К.М.Барашков. – М.: Химия, 1980.

36. Аналитическая химия. Химические методы анализа. – М.: Химия, 1993.

37. Основы аналитической химии. – М.: Высшая школа, 1999. Кн. 1.

38. Основы аналитической химии. – М.: Высшая школа, 1999. Кн. 2.

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ

LC_{50} – средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях.

LD_{50} – средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях.

Биоаккумуляция – 1) процесс накопления в почве химических элементов, неорганических и органических веществ в результате разложения остатков животных и растений. Биоаккумуляция способствует увеличению количества гумуса, а следовательно, поддерживает высокое плодородие почвы; 2) процесс увеличения со временем количества определенных химических веществ (например ксенобиотика) в организме (или в отдельных органах); 3) накопление организмом химических веществ, поступающих из окружающей среды, в концентрации, большей, чем находится в окружающей среде.

Биохимическое потребление кислорода (БПК) – показатель загрязнения, характеризующийся количеством кислорода (в мг), который за установленный период времени израсходован на окисление загрязнителей водоема, содержащихся в единице объема (обычно в 1 л) при 20 °С. В практике БПК чаще всего определяется в течение 5 суток ($БПК_5$), но можно определить $БПК_2$, $БПК_3$, $БПК_{10}$ и т.д. Установлено, что чем больше в воде содержится органических веществ, тем больше требуется кислорода для их окисления, т.е. тем выше показатель БПК; наличие веществ, тормозящих биохимические процессы, снижает его. Природные воды имеют невысокие показатели БПК (обычно их $БПК_5$ не превышает 0,5–2 мг/л). Более высокие показатели БПК указывают на загрязнение природных вод.

Бытовые отходы – твердые отходы, образованные в результате бытовой деятельности человека.

Взрывоопасность – совокупность факторов, обуславливающих возможность образования взрывоопасной среды (ВС) в объеме, превышающем 5 % свободного объема помещения, и ее воспламенения.

Водородный показатель (рН) – величина, характеризующая активность или концентрацию ионов водорода в растворах; численно равна отрицательному десятичному логарифму концентрации, выраженной в грамм-ионах на литр; $pH = 1g[H^+]$, где $[H^+]$ – концентрация ионов водорода.

Возвратные отходы – отходы, используемые на самом предприятии либо реализуемые на сторону; оценка их величины влияет на себестоимость продукции: чем выше стоимость используемых отходов, тем ниже себестоимость продукции.

Волокно – класс материалов, состоящих из неспряденных нитей или длинных тонких отрезков нити. Волокно используется в природе как животными, так и растениями для удержания тканей (биологических).

Временно допустимый уровень – уровень дозы или связанное с ним соответствующей моделью производное значение содержания радионуклидов в объектах окружающей среды или пищевых продуктах, устанавливается после аварии компетентными органами на определенный ограниченный период.

Вторичное сырье – материалы и изделия, которые после полного первоначального использования (износа) могут применяться повторно в производстве как исходное сырье.

Гель – дисперсная система, обладающая некоторыми свойствами твердых тел (способность сохранять форму, прочность, упругость); студнеобразная система, обладающая плотностью и эластичностью. Образуется в результате разбухания в горячей воде мицелл вещества, напр., агара, желатины, алюминия гидроксида и др.

Готовое изделия – изделие, законченное производством на данном промышленном предприятии, полностью укомплектованное, соответствующее действующим стандартам, принятое ОТК или иным внутренним органом, осуществляющим контроль за качеством продукции.

Гранулят – материал фракций до 40 (25) мм, получаемый путем фрезерования или дробления конструктивных слоев старой дорожной одежды из асфальто- или цементобетона.

Золы – продукт сжигания твердого топлива.

Коллоид – вещество, состоящее из мелких частиц, рассеянных в среде другого вещества. Коллоидные растворы в зависимости от компонентов носят различные наименования:

- золь – это взвесь твердых частиц в жидкости;
- аэрозоль – твердое или жидкое вещество, взвешенное в газе;
- эмульсия состоит из смеси двух жидкостей;
- пена представляет собой газ, смешанный либо с жидкостью, либо с частицами твердого вещества.

Концентрация вещества – отношение числа частиц компонента системы (смеси, раствора, сплава), его количества (молярная концентрация) или массы (массовая концентрация) к объему системы.

Метод биотестирования – оценка (преимущественно в лабораторных условиях) качества объектов окружающей среды с использованием живых организмов.

Молекулярная масса вещества – масса молекулы, выраженная в атомных единицах массы. Практически равна сумме масс всех атомов, из которых состоит молекула.

Мусор – одна из категорий отходов человеческой деятельности.

Ориентировочный безопасный уровень воздействия (ОБУВ) – гигиенический уровень вредных веществ, временно устанавливаемый на основе расчета по физико-химическим свойствам интерполяцией или экстраполяцией в рядах близких по строению соединений или по показателям острой опасности

Ориентировочно-допустимый уровень (ОДУ) – временный гигиенический норматив, разрабатываемый на основе расчетных и экспресс-экспериментальных методов прогноза токсичности и применяемый только на стадии предупредительного санитарного надзора за проектируемыми или строящимися предприятиями, реконструируемыми очистными сооружениями.

Опасные отходы – отходы, содержащие вредные вещества, которые обладают опасными свойствами (токсичность, взрывоопасность, пожароопасность, высокая реакционная способность) или содержат возбудителей инфекционных болезней либо могут представлять непосредственную или потенциальную опасность для окружающей природной среды и здоровья человека самостоятельно или при вступлении в контакт с другими веществами (закон «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.

Персистентность – продолжительность сохранения ксенобиотиком биологической активности в окружающей среде или в её отдельных объектах – почве, атмосфере, гидросфере, растениях, тканях и т.д. Характеризуется периодом полураспада вещества.

Пищевые отходы – отходы общественного и индивидуального питания, а также предприятий пищевой промышленности.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества – экологический норматив, максимальная концентрация загрязняющего химического вещества в компонентах ландшафта, которая при повседневном влиянии в течение длительного времени не вызывает

ет негативных воздействий на организм человека или другого рецептора. В зависимости от объекта загрязнения различают:

1) ПДК – такая максимальная концентрация загрязняющего вещества в атмосфере, отнесенная к определенному времени осреднения, которая при периодическом воздействии или при воздействии на протяжении всей жизни человека не оказывает вредного влияния на него и на окружающую среду в целом (включая отдаленные последствия);

2) в водной гигиенической токсикологии под ПДК понимают максимальную концентрацию загрязняющего вещества, при которой вещество не оказывает прямого или опосредованного влияния на здоровье человека (при воздействии на организм в течение всей жизни) и не ухудшает гигиенические условия водопользования;

3) ПДК – максимальная массовая доля загрязняющего вещества в почве, не оказывающая прямого или косвенного влияния (включая отдаленные последствия) на окружающую среду или здоровье человека. В списках ПДК, как правило, указывается также класс опасности загрязняющего вещества и лимитирующий показатель вредности (в первом случае, кроме того, приводится временной интервал, к которому отнесен норматив).

Предельно допустимая максимально разовая концентрация ПДК_{мр} – максимальная концентрация, отнесенная к 20–30-минутному периоду осреднения, не вызывающая при регламентированной вероятности ее появления изменений в рефлекторных реакциях человека.

Радиоактивные отходы – различные материалы и изделия, биологические объекты и т.п., которые содержат радионуклиды в высокой концентрации и не подлежат дальнейшему использованию.

Растворимость – способность вещества в смеси с одним или несколькими другими веществами образовывать растворы. Мера растворимости вещества в данном растворителе – концентрация его насыщенного раствора при данных температуре и давлении. Растворимость газов зависит от температуры и давления, растворимость жидких и твердых тел практически от давления не зависит.

Реакционная способность – характеристика химической активности веществ, учитывающая как разнообразие реакций, возможных для данного вещества, так и их скорость.

Сорбция – поглощение твердым телом или жидкостью какого-либо вещества из окружающей среды. Основные разновидности сорбции – адсорбция, абсорбция, хемосорбция. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое – сорбтивом (сорбатом). Важнейшие твердые сорбенты, способные к регенерации и применяемые в технике, – активные угли, силикагель, цеолиты, иониты.

Сточные воды – воды, загрязненные органическими и неорганическими веществами. Подразделяются на промышленные, бытовые и ливневые (атмосферные) сточные воды.

Суспензия – взвесь – дисперсная система, состоящая из жидкой и твердой фаз, где мелкие твердые частицы взвешены в жидкости.

Сырье – добытые полезные ископаемые и другие природные ресурсы, произведенные из них материалы, подлежащие дальнейшей переработке.

Токсичность – 1) свойство вещества или организма оказывать вредное воздействие на другие организмы; 2) токсикометрический показатель, вычисляемый как величина, обратная абсолютному значению среднесмертельной дозы ($1/DL_{50}$) или концентрации ($1/CL_{50}$). По Н.С. Строганову (1982), в водной токсикологии различают естественную токсичность водной среды, обусловленную природными процессами (выделения микроорганизмов, растений и животных, выбросы вулканов), и искусственную токсичность, возникшую в результате деятельности человека (сброс сточных вод в водоемы и водотоки, смыв с поверхности суши ядохимикатов, выпадение из атмосферы ядовитых веществ – окислов азота, серы и др.).

Утилизация отходов – вовлечение отходов в новые технологические циклы или использование их в других полезных целях.

Химическое потребление кислорода (ХПК) – количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием окислителей.

Шлаки – 1) стекловидные или каменистые вещества, образующиеся при остывании жидких (расплавленных) продуктов металлургического процесса (при выплавке металлов из руды); доменный шлак получается при выплавке чугуна; применяется как добавка для приготовления цемента (шлакобетон), искусственных камней (блоков), как строительный материал, как сырьё для кирпичного производства и др.; шлак получается также в сталеплавильном производстве, при плавке цветных металлов и др.; шлаки, содержащие фосфор (томасшлаки), применяются для удобрения в сельском хозяйстве; 2) твёрдые остатки, получающиеся после сжигания твёрдого топлива, содержат золу и частицы недожжённого топлива.

Шлам – 1) порошкообразный продукт, образующийся как осадок при электролизе некоторых металлов и содержащий обычно благородные металлы; 2) нерастворимые отложения из воды в паровых котлах в виде ила или твёрдых кусков; 3) осадок в виде мелких частиц, выделяющихся при отстаивании или фильтрации жидкости.

Экологическая опасность – ситуация, в которой могут происходить нежелательные события, вызывающие отклонения в состоянии здоровья человека и (или) состоянии окружающей среды от их среднестатистического значения; отклонение определённых параметров, признаков, факторов, характеризующих состояние окружающей среды, от их установленных (оптимальных, допустимых и т. д.) значений.

Экологическая система – функционально единая совокупность организмов (растений, животных и микроорганизмов), населяющих общую территорию и способных к длительному существованию при полностью замкнутом круговороте веществ (т.е. при отсутствии материального обмена через её границы).

Эмульсия – дисперсная система, состоящая из микроскопических капель жидкости (дисперсной фазы), распределённых в другой жидкости (дисперсионной среде).

ПРИЛОЖЕНИЕ

КОЭФФИЦИЕНТЫ W ДЛЯ ОТДЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ ОПАСНЫХ ОТХОДОВ

Наименование компонента	X_i	Z_i	$\lg W_i$	W_i
Альдрин	1,857	2,14	2,14	138
Бенз(а)пирен	1,6	1,8	1,778	59,97
Бензол	2,125	2,5	2,5	316,2
Гексахлорбензол	2,166	2,55	2,55	354
2-4Динитрофенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Ди(п)бутилфталат	2	2,33	2,33	215,44
Диоксины	1,4	1,533	1,391	24,6
Дихлорпропен	2,2	2,66	2,66	398
Диметилфталат	2,166	2,555	2,555	358,59
Дихлорфенол	1,5	1,66	1,66	39,8
Дихлордифенилтрихлорэтан	2	2,33	2,33	213,8
Кадмий	1,42	1,56	1,43	26,9
Линдан	2,25	2,66	2,66	463,4
Марганец	2,30	2,37	2,73	537,0
Медь	2,17	2,56	2,56	358,9
Мышьяк	1,58	1,77	1,74	55,0
Нафталин	2,285	2,714	2,714	517,9
Никель	1,83	2,11	2,11	128,8
Н-нитрозо-дифениламин	2,8	3,4	3,4	2511,88
Пентахлорбифенилы	1,6	1,8	1,778	59,98
Пентахлорфенол	1,66	1,88	1,88	75,85
Ртуть	1,25	1,33	1,00	10
Стронций	2,86	3,47	3,47	2951
Серебро	2,14	2,52	2,52	331,1
Свинец	1,46	1,61	1,52	33,1
Тетрахлорэтан	2,4	2,866	2,866	735,6
Толуол	2,5	3	3	1000
Трихлорбензол	2,33	2,77	2,77	598,4
Фенол	2	2,33	2,33	215,44
Фураны	2,166	2,55	2,55	359
Хлороформ	2	2,333	2,333	215,4
Хром	1,75	2,00	2,00	100,0
Цинк	2,25	2,67	2,67	463,4
Этилбензол	2,286	2,714	2,714	517,9

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ДАННОМ ПОСОБИИ	5
1. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ, ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ОБРАЗОВАНИИ ОТХОДОВ	6
2. КЛАССИФИКАЦИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	11
2.1. Отходы производства.....	14
2.2. Отходы потребления.....	15
2.3. Классификация БО по физико-химическим, биологическим, биохимическим и токсикологическим свойствам.....	15
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВИДА ОПАСНОГО ОТХОДА И ЕГО КЛАССА ОПАСНОСТИ ДЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ	17
3.1. Общие сведения	17
3.2. Методические рекомендации по применению федерального классификационного каталога отходов	17
3.3. Методические рекомендации по определению класса опасности отходов.....	18
4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ И ХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОТХОДОВ	40
4.1. Отбор проб.....	40
4.2. Определение физических параметров отходов	40
4.3. Определение фракционного состава отходов.....	43
4.4. Определение средней плотности отхода.....	44
4.5. Определение влажности отходов.....	45
4.6. Определение температуры отходов	46
5. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОСТАВА ОТХОДОВ	47
5.1. Общие сведения	47
5.2. Классификация химических методов определения состава отходов.....	48
5.3. Аналитический сигнал.....	48
5.4. Методы аналитической химии	49

6. МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ.....	57
6.1. Анализ растворимости и фактической концентрации $C_{\text{ф}}$ в воде	57
6.2. Определение эффекта очистки фильтрата (вытяжки) в водоупорном слое	58
6.3. Определение взрывоопасности отходов	59
7. ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОЧВЕ И ОТХОДАХ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ .	60
7.1. Метод измерений	60
7.2. Средства измерений, вспомогательные устройства, материалы, реактивы	60
7.3. Выполнение измерений	63
7.4. Отбор проб и выполнение измерений	66
7.5. Вычисление результатов измерений.....	67
7.6. Контроль погрешности измерений	67
ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ МЕТОДИК ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО ХИМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ.....	69
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	76
КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	79
ПРИЛОЖЕНИЕ	85

Учебное издание

Щепетова Вера Анатольевна

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОТХОДОВ
Учебное пособие

Редактор М.А. Сухова
Верстка Н.А. Сазонова

Подписано в печать 04.03.14. Формат 60×84/16.
Бумага офисная «Снегурочка». Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,115. Уч.-изд. л. 5,5. Тираж 80 экз.
Заказ №36.



Издательство ПГУАС.
40028, г.Пенза, ул. Германа Титова, 28.