



**Программа Федерального министерства охраны окружающей среды ФРГ
по консультационной помощи в вопросах охраны окружающей среды
в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Средней Азии
Проект №. 29513**

**Улучшение обращения с медицинскими отходами учреждений здравоохранения
в двух пилотных регионах Российской Федерации**

**Технические стандарты
в сфере обработки отходов
учреждений здравоохранения**

разработчик:
ETLog Health Consulting GmbH
г. Креммен, Германия
Авторы: д-р Уте Пипер, Ян-Герд Кюлинг

ПО ЗАКАЗУ
ФЕДЕРАЛЬНОГО АГЕНТСТВА ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Июль 2014 г

Содержание

Список рисунков.....	3
Список сокращений.....	4
1 Сфера применения.....	5
2 Правовые основания.....	6
2.1 Российское национальное и региональное законодательство	6
2.2 Сведения о ситуации в европейском законодательстве. Инсинерация	7
2.2.1 Директива 2000/76/ЕС (WI Directive)	7
2.2.2 Директива № 2008/1/ЕС (IPPC Directive).....	7
2.2.3 Релевантные разделы «Справочников BREF».....	8
2.3 Применимые положения по альтернативным технологиям обработки - Евросоюз.....	9
3 Природа и состав отходов учреждений здравоохранения	11
4 Нормы инсинерации отходов учреждений здравоохранения.....	12
4.1 Промышленные инсинераторы.....	12
4.1.1 Устройство для подачи отходов.....	13
4.1.2 Решетка для сжигания.....	14
4.1.3 Узел удаления зольного остатка	16
4.1.4 Камера сжигания и бойлер	17
4.1.5 Подача воздуха в камеру сжигания	20
4.1.6 Дополнительная горелка.....	20
4.1.7 Температура сжигания, время нахождения в камере, минимальное содержание кислорода.....	20
4.2 Инсинераторы с вращающейся камерой сжигания	21
4.2.1 Вращающиеся камеры сжигания и камеры дожигания для инсинерации опасных отходов.....	22
4.2.2 Инсинератор барабанного типа с камерой дожигания для опасных отходов	22
4.3 Добавление отходов учреждений здравоохранения в инсинераторы для бытовых отходов.....	25
4.3.1 Система обработки топочных газов	27
5 Термическая обработка отходов классов «Б» и «В»	29
5.1 Технологии термической обработки.....	30
5.1.1 Автоклавы с гравитационным методом откачки воздуха	31
5.1.2 Микроволновые системы.....	31
5.1.3 Автоклавы (стерилизаторы) с предварительным вакуумированием.....	32
5.1.4 Автоклавы с фракционным вакуумированием	32
5.2 Технологии обеззараживания сухим жаром.....	32
5.3 Технологии химической обработки	32
5.4 Радиационное обеззараживание	34

6	Приложение.....	35
6.1	Предельно допустимые выбросы при инсинерации - Европа	35
6.2	Справочная и дополнительная литература.....	39

Список рисунков

Рис. 1:	Прогрев, сжигание и рекуперация энергии на схематическом изображении установки для сжигания (инсинерации) бытовых отходов	12
Рис. 2:	Различные типы решеток	15
Рис. 3:	Пример конструкции узла для удаления зольного остатка, используемого в инсинераторах с колосниковой решеткой	17
Рис. 4:	Схематическое изображение камеры сжигания	18
Рис. 5:	Разные типы конструкции топки с тем или иным направлением потоков топочных газов и отходов	19
Рис. 6:	Схематическое изображение инсинератора с вращающейся камерой сжигания	21
Рис. 7:	Вращающаяся камера сжигания барабанного типа в сочетании с камерой дожигания	23
Рис. 8:	Пример инсинератора с вращающейся камерой сжигания барабанного типа для опасных отходов	25
Рис. 9:	Примеры этапов системы загрузки клинических отходов в инсинератор для бытовых отходов	26
Рис. 10:	Общий принцип работы – инсинератора для отходов в Билефельде-Херфорде	26
Рис. 11:	Схема 8-ступенчатой системы обработки топочных газов	27
Рис. 12:	Схематическое изображение стандартной установки для химической дезинфекции	33

Список сокращений

НДТ	Наилучшие доступные технологии
BREF	Best Available Technolgy Reference, Европейский справочник по НДТ
HCW	Healthcare Waste, - отходы учреждений здравоохранения
HCWM	Healthcare Waste Management, - управление отходами учреждений здравоохранения
EWL	European Waste List, - Европейский список отходов
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control, Комплексное предупреждение и контроль загрязнения окружающей среды
Минздрав	Министерство здравоохранения
ИЕС	Информирование, образование, коммуникации
МНПО	Международные неправительственные организации
СИЗ	Средства индивидуальной защиты
СанПин	Санитарные нормы и правила
ВОЗ	Всемирная Организация Здравоохранения
WI	Waste Incineration, - Сжигание отходов

Финансирование проекта осуществляется Федеральным министерством охраны окружающей среды и природы, строительства и ядерной безопасности в рамках Программы консультационной помощи по охране окружающей среды в странах Центральной и Восточной Европы, Кавказа и Средней Азии. Контроль и надзор осуществляется Федеральным агентством охраны окружающей среды (Umweltbundesamt, UBA). Содержание настоящей публикации относится к компетенции авторов

По поручению



Федерального министерства
охраны окружающей среды, охраны природы,
строительства и безопасности ядерных реакторов

Федеративной Республики Германия



1 Сфера применения

Настоящие технические нормы содержат инструкции и базовую информацию по безопасному обращению с отходами учреждений здравоохранения. В целом существует два различных подхода:

1. Сжигание в инсинераторах (далее - инсинерация) отходов (гл. 4);
2. Термическое обезвреживание отходов (гл. 5).

Таким образом, цель настоящего документа – разъяснить практические аспекты применения различных вариантов технологий обращения с отходами медицинских учреждений в целом, с особым вниманием к установкам и типам отходов, с которыми приходится сталкиваться чаще всего.

Задача инсинерации, как и большинства технологий обработки отходов – одновременно уменьшить их объем и уровень опасности – с улавливанием (а значит, концентрированием) или уничтожением потенциально опасных веществ. Процессы инсинерации также могут предусматривать использование образующейся при сжигании энергии, минералов и/или химического состава отходов.

Цель термической обработки отходов заключается в инактивации микробиологических загрязнителей и превращение опасных инфицированных отходов в безопасные. В настоящем документе рассмотрены различные технологии обеззараживания отходов паром. Технологии термической обработки отходов считаются экологичными, поскольку позволяют исключить опасные выбросы или остатки.

Выбор технологий обработки отходов зависит, в частности, от

- требований национального и регионального законодательства;
- типа подлежащих обработке отходов;
- объема подлежащих обработке отходов;
- финансовых аспектов инвестиций;
- финансовых аспектов эксплуатации и обслуживания;
- доступных технологий.

2 Правовые основания

2.1 Российское национальное и региональное законодательство

Российские нормы в сфере управления отходами учреждений здравоохранения (СанПин 2.1.7.2790-10) содержат предписания по их классификации, сбору, хранению и обработке. Отходы учреждений здравоохранения классифицируются следующим образом:

Класс «А» - отходы, по составу близкие к твердым бытовым отходам (ТБУ);

Класс «Б» - эпидемиологически опасные отходы;

Класс «В» - чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы;

Класс «Г» - токсичные отходы;

Класс «Д» - радиоактивные отходы.

В гл. V содержится информация по технологиям и методам обеззараживания и/или нейтрализации медицинских отходов. Требования к обработке эпидемиологически опасных отходов (класс «Б»), таких как потенциально инфицированные, и чрезвычайно эпидемиологически опасных отходов (класс «В»), таких как сильно инфицированные, гласят:

- Термическое обеззараживание отходов классов «Б» и «В» может осуществляться централизованно или децентрализованно путем инсинерации или иными способами;
- Децентрализованное обеззараживание отходов класса «Б» с применением специального оборудования в учреждениях здравоохранения и/или на фармацевтических предприятиях должно соответствовать требованиям санитарного законодательства РФ;
- Отходы класса «Б» могут подвергаться сортировке или использованию для производства вторсырья только после их обеззараживания. Не допускается использовать такое вторсырье для производства детских товаров, материалов и изделий, контактирующих с питьевой водой и продуктами питания, а также с медицинскими товарами;
- Сжигание обеззараженных отходов классов «Б» и «С» на местах допускается только после изменения их морфологии (измельчение, спекание, расплавление и т.п.) и только если они не могут быть использованы в качестве вторсырья;
- Обеззараживание и утилизация вакцин осуществляется в соответствии с требованиями санитарного законодательства РФ для обеспечения безопасности вакцинации.

Для получения права на выбросы опасных веществ в атмосферу требуется разрешения, в котором указываются предельно допустимые выбросы соответствующих опасных веществ.

В соответствии с п. 14 Федерального закона № 96-ФЗ «О защите атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 года выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками выбросов указываются в разрешении на выброс вредных (загрязняющих) веществ, выдаваемым федеральным органом исполнительной власти в сфере защиты окружающей среды. Такое разрешение должно устанавливать количество вредных веществ, допускаемых в выбросу в атмосферный воздух, а также другие условия, обеспечивающие защиту атмосферного воздуха.

Установки для обработки опасных отходов лицензируются в соответствии с Министерским приказом № 255. Разрешение на выброс вредных (загрязняющих) веществ выдает Росприроднадзор. Такое разрешение устанавливает пределы выбросов и другие требования к защите атмосферного воздуха.

2.2 Сведения о ситуации в европейском законодательстве. Инсинерация

2.2.1 Директива 2000/76/EC (WI Directive)

Директива по инсинерации отходов (WI Directive) вступила в силу 28 декабря 2000 г. Ее цель – предотвратить или максимально сократить возможные негативные последствия инсинерации и, соответственно, загрязнение атмосферного воздуха, почв, поверхностных и грунтовых вод, что позволяет уменьшить для здоровья человека. Директива по инсинерации отходов пришла на смену предыдущей директиве по инсинерации опасных отходов (директива № 89/369/ЕЕС и 89/429/ЕЕС), она распространяется в т. ч. и на инсинерацию опасных медицинских отходов.

Директива по инсинерации отходов устанавливает пределы выбросов и правила требования к мониторингу загрязнения атмосферного воздуха такими загрязнителями, как

- пыль;
- оксиды азота (NO_x);
- двуокись серы (SO₂);
- хлористый водород (HCl);
- фтористый водород (HF);
- тяжелые металлы;
- диоксины и фураны.

Директива об инсинерации отходов проводит различие между

1. установками для инсинерации (предназначенными, в частности, для термической обработки опасных отходов медицинских учреждений), и
2. установками для совместной инсинерации (такое оборудование реже используются для обработки опасных медицинских отходов, только при сжигании небольших объемов отходов при высокой температуре в цементно- или известебжигательных печах).

Помимо этого, многие установки, на которые распространяется Директива об инсинерации отходов, также подпадают под действие Директивы о комплексном предупреждении и контроле загрязнения окружающей среды. (Директива IPPC). В таких случаях Директива об инсинерации отходов устанавливает только минимальные обязательства, которые могут оказаться недостаточными в контексте Директивы IPPC.

2.2.2 Директива № 2008/1/EC (IPPC Directive)

Директива № 2008/1/EC о комплексном предупреждении и контроле загрязнения окружающей среды принята 15 января 2008 г. Ее цель – обеспечить комплексные меры по предупреждению и контролю загрязнения окружающей среды при определенных видах деятельности. К ним относятся, в частности, управление опасными отходами.

Применение положений директивы о комплексном предупреждении и контроле загрязнения окружающей среды (Директива IPPC) должно служить предотвращению или сокращению выбросов промышленных объектов в атмосферный воздух, воду и почвы посредством максимальной реализации системы комплексного предупреждения и контроля загрязнения окружающей среды.

Согласно Директиве IPPC, для обработки опасных отходов необходимо получать разрешение. Оно выдается только при обеспечении соблюдения требований к охране окружающей среды. Для получения разрешения на эксплуатацию оборудования для обработки опасных отходов оно должно выполнять основополагающие требования - в частности,

- реализовывать все надлежащие меры по предотвращению загрязнения, а именно наилучшие доступные технологии – НДТ (минимизация объема производимых отходов, использование наименее опасных веществ, обеспечение возможности вторичного использования производимых веществ либо производства из них вторсырья, и т.д.);
- предотвращать крупномасштабные загрязнения и быть энергоэффективной;
- предотвращать образование, перерабатывать либо утилизировать отходы при наименьшем загрязнении окружающей среды;
- предотвращать несчастные случаи и минимизировать вред, а также - по прекращении деятельности – позволять приводить производственные участки в первоначальное состояние.

Данная Директива имеет целью гармонизацию законодательства в масштабах Евросоюза, а значит, улучшение защиты окружающей среды и предотвращение нарушений правил конкуренции между регионами. Центральная роль в реализации целей Директивы отведена созданию Европейского справочника по наилучшим доступным технологиям (Best Available Technology References, BREF), в котором описываются наилучшие доступные технологии (НДТ) для Европы применительно к разным типам промышленных установок.

Справочники BREF разработаны в помощь компетентным органам в Европе, разрешающим эксплуатацию промышленных установок. В дополнение к НДТ, Справочники BREF также содержат сведения о выбросах и потреблении ресурсов, обеспечивающие солидную фактологическую базу для решений по выдаче разрешений на эксплуатацию промышленных установок, а также установок для обработки отходов и инсинераторов. Таким образом, Справочник BREF является важным документом для управления опасными отходами учреждений здравоохранения.

2.2.3 Релевантные разделы «Справочников BREF»

Специальных «НДТ по обработке и утилизации опасных медицинских отходов» не существует. Тем не менее, для обработки опасных отходов учреждений здравоохранения релевантными оказываются два документа Справочника BREF, разработанные в целях реализации Директивы IPPC:

- Справочник BREF «Отрасли обработки отходов»: в частности, затрагивает установки для химической и физической обработки (такие, как стерилизаторы и паровые стерилизаторы (автоклавы) для опасных медицинских отходов);
- Справочник BREF «Инсинерация отходов»: относится к установкам для инсинерации опасных и бытовых отходов, включающих опасные медицинские отходы.

Справочник BREF «Отрасли обработки отходов»

Данный Справочник BREF затрагивает ряд аспектов обращения с отходами (опасных и неопасных) и рассматривает

- общие аспекты обращения с отходами, такие как их временное хранение, гомогенизация, смешивание, переупаковка, приемка, отбор образцов, проверки и исследования, оборудование для перегрузки и манипулирования отходами, а также станции перегрузки отходов;
- физико-химические способы обработки отходов, такие как нейтрализация, обработка хромовой кислотой и цианидом, обезвоживание отходов, фильтрация, портовые установки для разгрузки отходов, сепарация воды и нефти, осаждение, демеркуризация, уплотнение, отвержение и стабилизация, а также УФ-обработка и озонирование;
- процедуры обработки, направленные на восстановление основной части содержащихся в отходах материалов, такие как восстановление кислот и оснований, восстановление металлов, содержащихся в жидких и твердых фотоотходах, регенерация органических растворителей и ионообменных смол, повторная очистка отработанных масел и т. п.

Кроме того, в Справочнике BREF показано, что управление отходами (включая управление медицинскими отходами) предполагает принятие стратегических решений относительно того, какой тип отходов нуждается в тех или иных имеющихся способах/процессах/возможностях обработки и какие процедуры подходят для обработки тех или иных отходов. Такие решения зависят от возможностей обращения с отходами на местном, региональном, государственном или международном уровне, что, в свою очередь, зависит от местонахождения производителя отходов.

Справочник BREF «Инсинерация отходов»

Справочник BREF касается установок для инсинерации опасных и бытовых отходов, включающих опасные медицинские отходы. Сектор инсинерации подразделяется на пять подсекторов, к пятому из которых относятся отходы медицинских учреждений:

«Инсинерация клинических отходов – специализированные установки для обработки отходов учреждений здравоохранения, как правило, образующиеся в больницах и других предприятиях здравоохранения, предназначенные для централизованной или децентрализованной (на местах) обработки отходов. В отдельных случаях определенные виды отходов учреждений здравоохранения подвергаются обработке в других установках, например, совместно со смешанными бытовыми или с опасными отходами».

Помимо термического этапа обработки в инсинераторах, Справочник BREF для различных типов отходов (в том числе и для опасных медицинских) рассматривает аспекты

- приемки, обращения и хранения медицинских отходов;
- влияния предварительной обработки на выбор и организацию процессов инсинерации медицинских отходов;
- применяемых технологий обработки топочных газов;
- применяемых технологий обработки осадков сточных вод (для всех основных типов осадков);
- применяемых технологий обработки сточных вод;
- некоторые аспекты рекуперации энергии, результаты и технологии. Подробная информация об электрогенерирующем оборудовании и т.п. отсутствует.

Справочник также включает сведения о специальных НДТ инсинерации клинических отходов – в дополнение к описываемым мерам общего характера.

2.3 Применимые положения по альтернативным технологиям обработки - Евросоюз

На европейском уровне определенных технических норм в отношении альтернативных технологий обработки не существует. Тем не менее, необходимо соблюдать следующие документы:

- DIN EN 61010-2-040 (IEC 61010-2-040:2005) Требования к безопасности электрооборудования для измерений, управления и лабораторного использования – Особые требования к стерилизаторам и моюще-дезинфицирующим машинам, используемым для обработки медицинских материалов
- 97/23/ЕС Европейская директива по оборудованию, работающему под давлением
- 2006/42/СЕ Директива по машиностроению
- 2006/95/СЕ Европейская директива по низковольтному оборудованию. Основные принципы
- 2004/108/СЕ Директива по электромагнитной совместимости

Кроме того, производитель должен доказать надежность обеззараживания инфицированных отходов его оборудованием. При обработке влажным жаром инактивация вегетативных форм бактерий, грибов, липофильных/гидрофильных вирусов, паразитов и микобактерий должна составлять не менее 6 Log₁₀; инактивация спор *G. stearothermophilus* и *B. atrophaeus* необходимо обеспечить

инактивацию на уровне не менее 4 Log₁₀ (инаktivация 4 Log₁₀ соответствует сокращению количества спор на 99,99 %). Законодательные основания для соответствующих испытаний содержатся в следующих европейских и немецких стандартах валидации:

- DIN EN ISO 17665-1 “Стерилизация медицинского оборудования — Влажный жар”. Требования к разработке, валидации и рутинным проверкам процесса стерилизации медицинского оборудования;
- DIN EN 13060 «Стерилизация – Паровые стерилизаторы — Большие стерилизаторы» (EN 285) и Малые стерилизаторы;
- Немецкий стандарт DIN 58949-3 описывает применение оборудования для обеззараживания паровом в целях обработки отходов публичных и частных медучреждений. Он устанавливает типы необходимых испытаний, тестовые партии, аппаратуру для их проведения и биологические индикаторы, объем испытаний, а также процедуру и форму представления результатов (немецкий язык).

Альтернативные технологии термической обработки, упоминаемые в в гл. 3, основываются на технологиях, применяемых в Европе, а описание технических требований позаимствовано из различных международных директив, таких как:

- Безопасное управление отходами медицинских учреждений, ВОЗ, 2013 г.
- Компендиум технологий по обработке и утилизации отходов учреждений здравоохранения, Программа развития ООН, 2012 г.
- Базельская конвенция (2003 г.). «Техническое руководство по экологически безопасному управлению биомедицинских отходов и отходов учреждений здравоохранения (Y1; Y3)», SBC № 2003/3, Программа развития ООН, Шатлен, Швейцария

3 Природа и состав отходов учреждений здравоохранения

При обращении с отходами учреждений здравоохранения необходимо уделять особое внимание специфическим рискам, связанным с данными отходами (таким как риск инфицирования, получения колюще-режущих травм и т.п.), нормы эстетики (патологоанатомические отходы и т. п.) и особенности материалов, релевантные для процесса обработки (очень неравномерные удельная теплота сгорания и содержание влаги).

Типичные отходы учреждений здравоохранения часто содержат не только материалы с очень высокой низшей теплотворной способностью (НТС), такие как пластмассы, но и остатки веществ с очень высоким содержанием влаги (например, кровь). Таким образом, для полного сгорания отходов учреждений здравоохранения и обеспечения удовлетворительного качества обработки обычно требуется большая продолжительность цикла инсинерации.

Аналогично опасным отходом, состав типичных отходов учреждений здравоохранения сильно варьируется. В нижеприведенной таблице указаны классы отходов, которые могут подвергаться обработке с применением различных технологий:

Таблица 1: Технологии обработки отходов различных классов

Класс отходов	Инсинерация	Технологии термической обработки
Класс «Б»	Потенциально инфицированные отходы Острые отходы, напр., иглы шприцов Зараженная одежда /салфетки и швабры ветеринарные отходы Патологоанатомические отходы	Потенциально инфицированные отходы Острые отходы, напр., иглы шприцов Зараженная одежда /салфетки и швабры ветеринарные отходы Патологоанатомические отходы
Класс «В»	Инфекционные агенты	Инфекционные агенты
Класс «Г»	Фармацевтические вещества Лабораторные отходы Цитотоксические отходы	- - -
Класс «Д»	Материалы, зараженные радиоактивными веществами	-

Управление специальными отходами включает обработку опасных отходов, а также опасных компонентов, содержащихся в других классах отходов. Определенные типы опасных отходов не могут уничтожаться никаким способом, кроме высокотемпературного сжигания (инсинерации), например:

- Холодильные агенты, содержащие хлорфторуглероды (ХФУ) – вызывающие истощение озонового слоя;
- Полихлорированные бифенилы (ПХБ) – при попадании в пищевую цепь не расщепляются и накапливаются в жировой ткани;
- Определенные отходы, содержащие цианид.

4 Нормы инсинерации отходов учреждений здравоохранения

Данная глава основывается на Европейском справочнике наилучших доступных технологий «Инсинераторы для сжигания отходов», гл. 2.2.4: «Клинические отходы» и 2.3: «Этап термической обработки».

Термическое окисление (обычно именуемое инсинерацией) представляет собой контролируемое сжигание отходов, обычно осуществляемое в два этапа, с целью получения минимальных объемов газов и золы. Задача – термическое окисление, высокотемпературное сжигание загрязняющих веществ, таких как летучие органические соединения (ЛОС) и ароматические соединения в топочных газах. Инсинерация подразумевает переработку отходов в инсинераторе в зольный остаток, топочные газы, мелкодисперсные частицы и тепловую энергию, которая, в свою очередь, может быть преобразована в электрическую. Топочные газы перед выбросом в атмосферу очищаются от загрязняющих веществ. В частности, для обработки биологически опасных отходов используются три типа инсинерации:

1. инсинераторы с колосниковой решеткой;
2. инсинераторы с вращающейся камерой сжигания;
3. добавление отходов учреждений здравоохранения в мусоросжигательные установки для бытовых отходов.

Инсинерация опасных и медицинских отходов – чаще всего используются инсинераторы с вращающимися камерами сжигания, но для твердых отходов иногда также применяются и инсинераторы с колосниковой решеткой (в т.ч. при совместном сжигании с другими отходами).

4.1 Промышленные инсинераторы

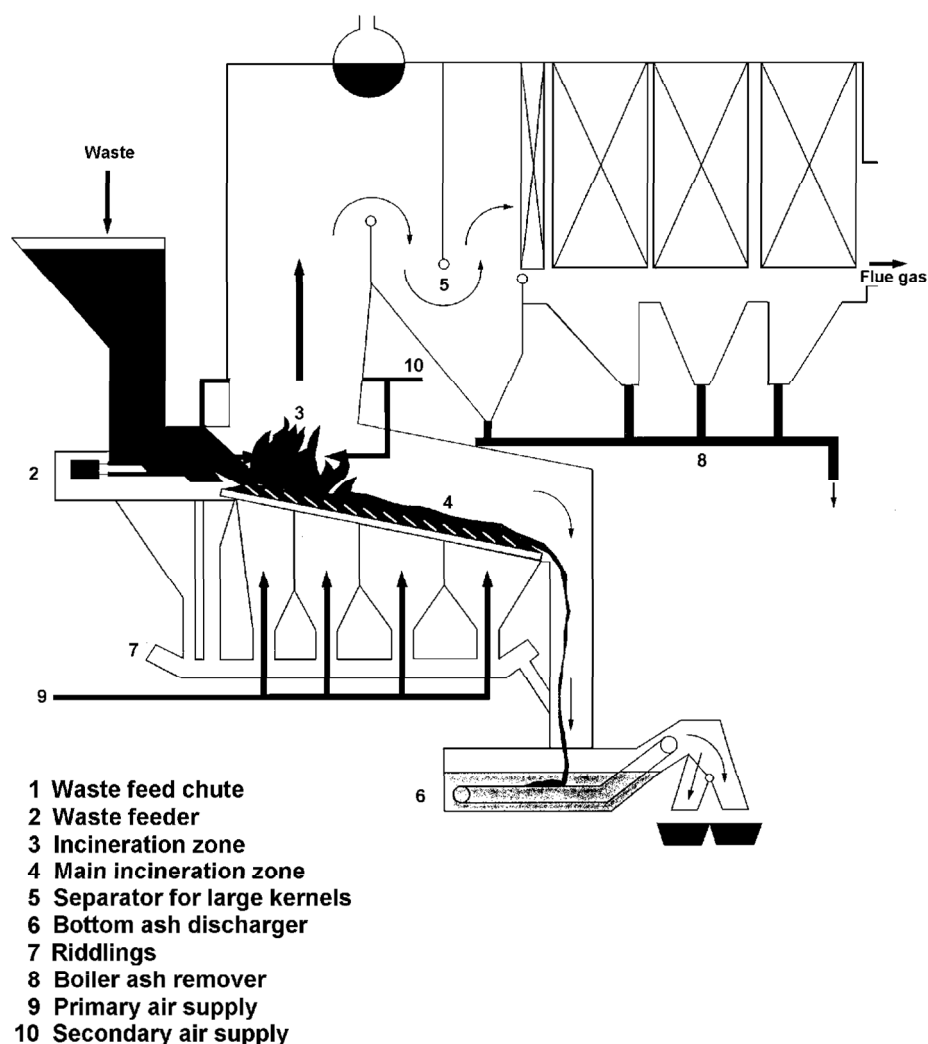
Инсинераторы с колосниковой решеткой широко применяются для высокотемпературного сжигания смешанных бытовых отходов. В Европе на их долю приходится около 90% установок для обработки смешанных бытовых отходов. Другие виды отходов, обычно сжигаемые в инсинераторах с колосниковой решеткой (часто как «добавка» к смешанным бытовым отходам), включают: неопасные отходы коммерческих и промышленных предприятий, осадки сточных вод и определенные отходы учреждений здравоохранения.

Инсинераторы с колосниковой решеткой обычно включают следующие агрегаты:

1. Устройство для подачи отходов;
2. Решетка инсинератора;
3. Узел удаления зольного остатка;
4. Система вытяжной вентиляции инсинератора;
5. Камера сжигания;
6. Дополнительные горелки.

На рис. 1 показана схема инсинератора с колосниковой решеткой и котлом-утилизатором.

Рис. 1: Прогрев, сжигание и рекуперация энергии на схематическом изображении установки для сжигания (инсинерации) бытовых отходов



1. Воронка для загрузки отходов – 2. Устройство для подачи отходов – 3. Зона сжигания – 4. Основная зона сжигания – 5. Сепаратор крупной фракции – 6. Узел удаления зольного остатка – 7. Просеиватели – 8. Устройство для удаления котельного шлака – 9. Подача первичного воздуха – 10. Вторичная подача воздуха

Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

4.1.1 Устройство для подачи отходов

Отходы из складского бункера попадают в устройство для подачи отходов посредством кран-балки, после чего поступают на решетку инсинератора с помощью гидравлической или иной системы. Решетка «проводит» отходы через различные зоны камеры сжигания при постоянном перемешивании и переворачивании.

Загрузочная воронка используется для постоянной подачи отходов, которые порционно загружаются посредством кран-балки. С учетом больших нагрузок на поверхность загрузочной воронки для ее изготовления используются материалы с большой износостойкостью (такие как котельная сталь или износостойкий чугун). Материал не должен получать повреждений при возгорании отходов в воронке.

Подача отходов в загрузочную воронку в некоторых конструкциях осуществляется посредством транспортера. Тогда кран-балка доставляет отходы в промежуточную загрузочную воронку, питающую транспортер. [74, TWGComments, 2004]

Отходы, не прошедшие предварительной обработки, как правило, отличаются большой гетерогенностью как по размеру, так и по составу. Поэтому размеры загрузочной воронки должны быть такими, чтобы через нее могли проходить громоздкие материалы, и чтобы при этом не возникало застревания сыпучего материала и закупорки. Следует избегать закупорки, которая может приводить к неравномерной подаче отходов в камеру сжигания и неконтролируемому подсосу воздуха в данной зоне.

Стенки устройства для подачи отходов могут быть защищены от нагрева при помощи:

- Конструкции с двойными стенками и водяным охлаждением;
- Мембранных стенок;
- Запорной арматуры с водяным охлаждением;
- Огнеупорного кирпича.

При опустошении устройства для подачи отходов может быть использована специальная арматура (напр., уплотнительные щетки) для предотвращения обратного поступления отходов и неконтролируемого подсоса воздуха в камеру сжигания. Для равномерного управления сжиганием рекомендуется поддерживать равномерное заполнение отходами устройства для их подачи.

Нижнюю часть устройства для загрузки и камеру сжигания соединяет дозирующий механизм. Такой дозатор может иметь механический либо гидравлический привод. Как правило, скорость дозирования может быть отрегулирована. Для различных систем подачи были разработаны различные методики, такие как

- цепная колосниковая решетка/ пластинчатый транспортер;
- подающая решетка;
- подающий желоб переменной конусности;
- поршневое подающее устройство;
- гидравлическая рампа;
- шнековый транспортер.

4.1.2 Решетка для сжигания

Решетка для сжигания выполняет следующие функции:

- Транспортировка материалов в камеру сжигания для их уничтожения;
- Шурование и разрыхление материалов, подлежащих инсинерации;
- Позиционирование главной зоны инсинерации в камере сжигания, возможно, в комбинации со средствами управления интенсивностью сжигания.

Предназначение решетки инсинератора – равномерное распределение подаваемого воздуха в топке для надлежащего сжигания. Воздух нагнетается через небольшие отверстия в пласте отходов на решетке в топливную калашу. Как правило, в верхней части камеры (над уровнем отходов) подается дополнительный воздух для обеспечения полного сгорания.

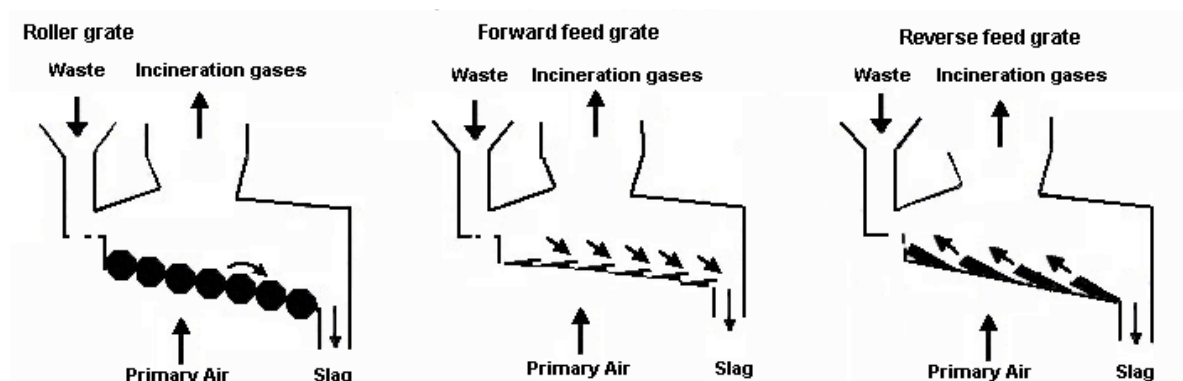
Общая особенность некоторых мелких материалов (иногда называемая «отсевом» или «обсыпанием») состоит в том, что они проваливаются сквозь решетку инсинератора. Такие материалы выводятся в узел для удаления зольных остатков. Иногда они выводятся отдельно и могут быть возвращены на решетку для повторного сжигания или передаются непосредственно на

утилизацию. При возврате «отсева» назад в загрузочную воронку необходимо исключить их возгорание в воронке.¹

Как правило, время нахождения отходов на решетках не превышает 60 минут.¹

В целом можно различать непрерывный (роликовые и цепные колосниковые решетки) и порционный (продвигающие решетки) принципы подачи отходов. На рис. 2 показаны некоторые типы решеток:

Рис. 2: Различные типы решеток



Roller grate – роликовая решетка; Forward feed grate – поступательная решетка; Reverse feed grate – реверсивная решетка.

Waste - отходы; Incineration gases – Топочные газы; Primary air – первичный воздух; Slag - шлак.

Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

Типы решеток отличаются друг от друга способом перемещения отходов из одной зоны в другую в камере сжигания. Все решетки должны соответствовать требованиям к подаче первичного воздуха, скорости работы транспортера и уклона, а также перемешиванию отходов. Прочие характеристики могут обеспечивать дополнительные возможности управления или обеспечивать дополнительную прочность конструкции с учетом тяжелых условий в камере сжигания.

Качающиеся колосниковые решетки

Секции решетки размещаются поперек ширины топки. Ряды секций попеременно механически качаются или трясутся для перемещения отходов вверх и вперед с их одновременным перемешиванием.²

Наклонно-переталкивающие колосниковые решетки

Во многих современных установках (для сжигания бытовых отходов) используются наклонно-переталкивающие решетки. В целом они обеспечивают хорошее качество сжигания.²

Конструкция таких решеток состоит из секций, перекрывающих ширину топки, но наслаивающихся друг на друга. Секции попеременно производят возвратно-поступательные движения, в то время как смежные секции остаются неподвижными. Отходы падают на следующую секцию определенными порциями, они переворачиваются и перемешиваются при продольном продвижении. Существует множество разновидностей таких решеток, в одних из которых секции движутся или остаются неподвижными попеременно, а в других – несколько движущихся секций соответствуют каждой неподвижной секции. В последнем случае секции могут двигаться вместе или в разное время цикла.

В целом различаются две разновидности наклонно-переталкивающих колосниковых решеток:

1. Реверсивные:

¹ "TWG Comments on Draft 2 on Waste Incineration BREF"; 2004

² IAWG; "municipal solid waste incinerator residues", elsevier, 0-444-82563, 1997

- а. Секции решетки совершают возвратно-поступательные движения в направлении, обратном направлению перемещения отходов. Такая решетка имеет наклон от загрузочной воронки к узлу удаления зольного остатка и состоит из фиксированных и движущихся «ступенек».
2. Продвигающие:
 - а. Секции решетки образуют ряды из нескольких ступенек, которые колеблются по горизонтальной оси и продвигают отходы к узлу удаления зольного остатка.

Подвижные колосниковые решетки

Подвижные колосниковые решетки состоят из непрерывной металлической конвейерной ленты или соединенных друг с другом звеньев, движущихся вдоль топки. В силу ограниченной возможности перемешивания отходов (которое осуществляется только при переходе с одной ленты транспортера на другую) такая конструкция редко применяется в современных установках.²

Роликовые решетки

Роликовые решетки состоят из перфорированных роликов, расположенных поперек соответствующей зоны. Ролики устанавливаются группами по несколько штук, и перемешивание отходов осуществляется при перемещении материала с одного ролика на другой.²

Охлаждаемые колосниковые решетки

Большинство колосниковых решеток имеет систему охлаждения, как правило, воздушную. В отдельных случаях внутри решетки циркулирует жидкий охлаждающий агент (обычно вода). Направление потока охлаждающего агента – от самой холодной зоны к самой горячей, что позволяет максимально увеличить интенсивность теплообмена. Теплота, поглощаемая охлаждающим агентом, может транспортироваться для использования в процессе обработки отходов или для внешнего потребления.

Охлаждающая вода, как правило, используется в случае, если теплотворная способность отходов превышает 12 - 15 МДж/кг смешанных бытовых отходов. Конструкция системы с водяным охлаждением несколько сложнее конструкции систем с воздушным охлаждением.

Применение водяного охлаждения позволяет повысить независимость контроля температуры металлической колосниковой решетки и температуры сгорания в определенных зонах от подачи первичного воздуха (обычно между колосниками). В свою очередь, это позволяет оптимизировать температуру и поступление воздуха (кислорода) с учетом специфических требований к горению на решетке, а значит, и улучшить характеристики горения. Благодаря улучшенному контролю над температурой возможно сжигание отходов с высокой теплотворной способностью без обычного в таких случаях усугубления эксплуатационных и технических проблем.

4.1.3 Узел удаления зольного остатка

Узел удаления зольного остатка используется для охлаждения и удаления твердых остатков, накапливающихся на решетке. Кроме того, оно служит как воздушная заслонка камеры сжигания и охлаждает и увлажняет золу.

Для удаления зольного остатка обычно применяются гидравлические поршни, заполненные водой, и скребковые элементы. Также часто встречаются устройства для удаления зольного остатка отличной конструкции, такие как ленточные транспортеры. Так выводятся зольные остатки и любые сыпучие материалы.

Вода, используемая для охлаждения, отделяется очищается и может повторно подаваться в узел удаления зольных остатков. Как правило, для поддержания необходимого уровня воды в устройстве

точка подачи воды должна находиться сверху. Подаваемая таким образом вода восполняет ее потери при удалении зольного остатка и в результате испарения. Кроме того, может требоваться слив воды для предотвращения накопления солей – его наличие позволяет сократить содержание солей в оставшейся воде, если специально подобрать напор с таким расчетом. Как правило, каналы для удаления зольного остатка изготавливаются из огнеупорного материала, а их конструкция предотвращает спекание зольного остатка.

Рис. 3: Пример конструкции узла для удаления зольного остатка, используемого в инсинераторах с колосниковой решеткой



Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

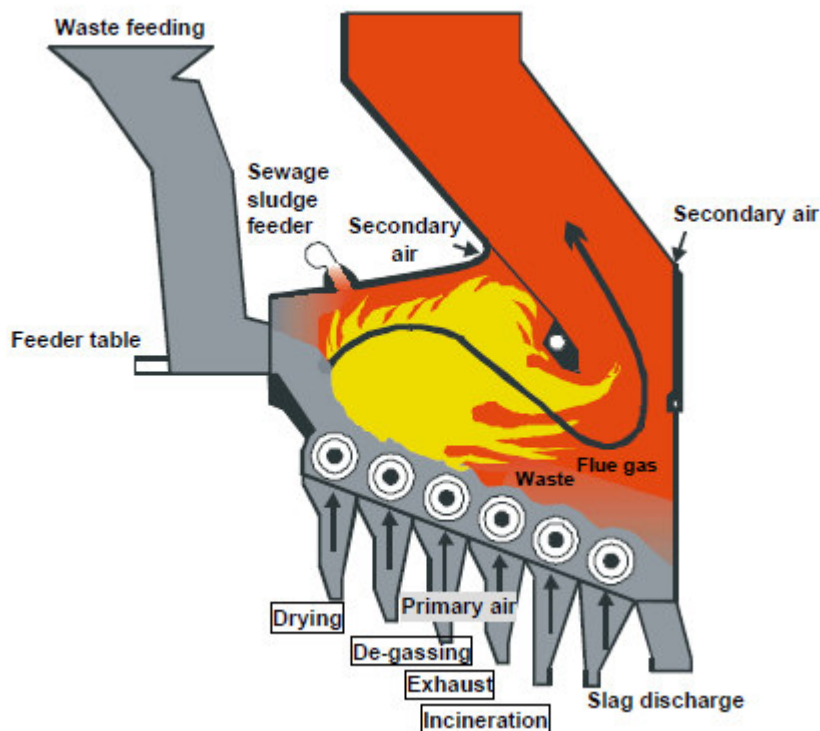
4.1.4 Камера сжигания и бойлер

Сжигание отходов осуществляется над решеткой в камере сжигания (см. рис. 4). Как правило, в основные элементы камеры сжигания составляет решетка, расположенная в нижней части камеры, охлаждаемые и неохлаждаемые боковые стенки топки и потолок или поверхность нагрева котла. Поскольку состав бытовых отходов, как правило, содержат высокий процент летучих соединений, летучие газы поднимаются вверх, и только небольшая часть сжигания как такового происходит на решетке или вблизи решетки.

На конструкцию камеры сжигания влияют следующие моменты:

- форма и размер колосниковой решетки – размер решетки предопределяет поперечное сечение камеры сжигания;
- интенсивность перемешивания и гомогенность потоков топочных газов – полное перемешивание топочных газов играет важную роль для надлежащего сжигания топочных газов;
- достаточное время нахождения топочных газов в горячей зоне топки – для полного сжигания необходимо гарантировать достаточное время реакции при высоких температурах;
- частичное охлаждение Топочных газов – во избежание припекания горячих зольных остатков к поверхности котла температура топочных газов не должна превышать максимально допустимую температуру на выходе из камеры сжигания.

Рис. 4: Схематическое изображение камеры сжигания



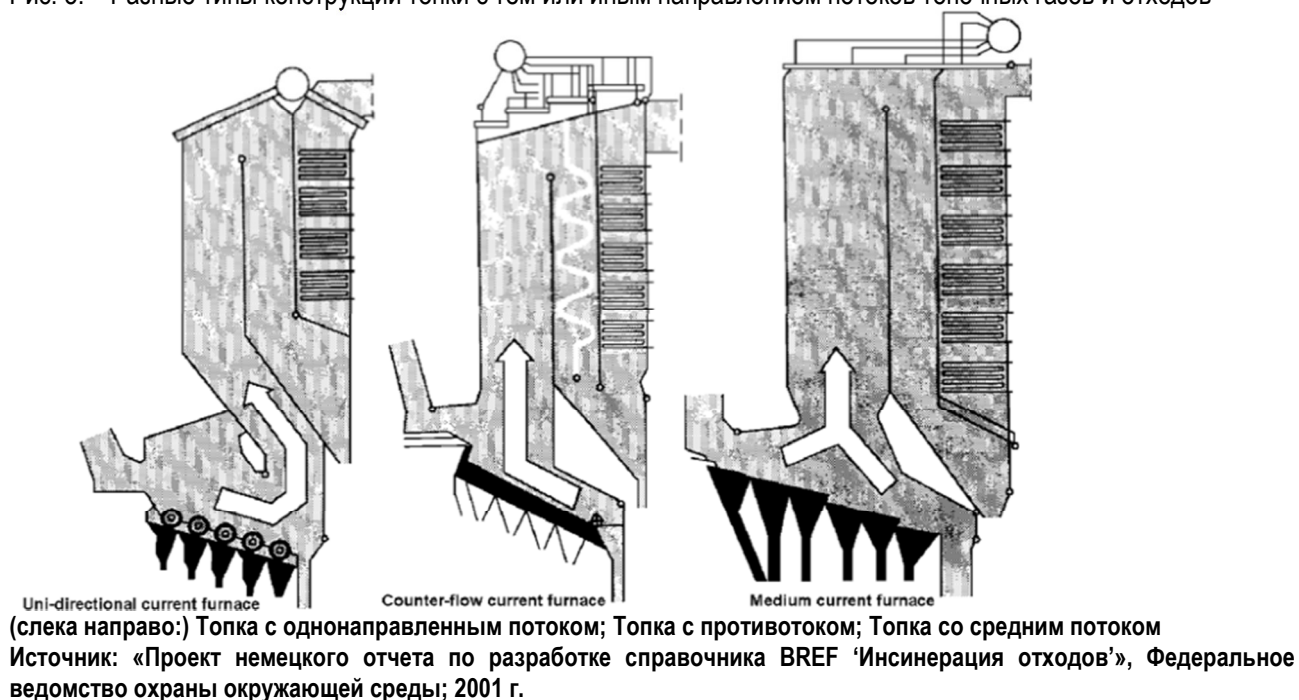
Waste feeding – Загрузка отходов; Sewage sludge feeder – Загрузка осадков сточных вод;
Feeder table – Загрузочный стол; Secondary air – Вторичный воздух; Waste – Отходы; Flue gas – Топочные газы;
Drying – Сушка; De-gassing – Дегазация; Exhaust – Отработанные газы; Incineration – Сжигание;
Slag discharge – Удаление шлаков

Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

Конструкция камеры сжигания обычно обусловлена типом используемой решетки. Каждая конкретная конструкция содержит определенные компромиссы, поскольку требования к процессу сжигания изменяются в зависимости от характеристик топлива. Каждый поставщик делает выбор в пользу своей собственной комбинации решетки и камеры сжигания, конкретная конструкция которой основывается на индивидуальных характеристиках системы и индивидуальном опыте. Европейские компании, специализирующиеся на утилизации смешанных бытовых отходов, не выявили никаких фундаментальных преимуществ или недостатков разных вариантов конструкции камеры сжигания.

В целом можно различать три различных типа конструкции. Их обозначение обусловлено направлением потока Топочных газов относительно потока отходов: однонаправленный поток; противоток и средний поток (см. рис. 5).

Рис. 5: Разные типы конструкции топки с тем или иным направлением потоков топочных газов и отходов



Топка с однонаправленным потоком, прямотоком или параллельным потоком:

В топках с однонаправленным потоком первичный воздух и отходы движутся в камере сжигания в одном направлении. Соответственно, вывод топочных газов располагается в конце решетки. Интенсивность теплообмена между топочными газами и отходами на решетке оказывается низкой.

Преимущество концепции с однонаправленными потоками в том, что топочные газы остаются в зоне воспламенения максимально долго и проходят через зону с максимальной температурой. Для облегчения воспламенения необходим предварительный прогрев первичного воздуха при очень низкой теплоте сгорания.

Топка с противотоком или с противонаправленным потоком:

В данном случае первичный воздух и отходы проходят через камеру сжигания противонаправленно, и вывод топочных газов находится в начале решетки. Горячие топочные газы облегчают сушку и воспламенение отходов.

Особое внимание необходимо уделять предотвращению выхода из топки несгоревших потоков газов. Как правило, концепция с противотоком требует добавления вторичного воздуха или подачи воздуха в верхнюю часть топки в больших количествах.

Топка со средним или центральным потоком:

Состав твердых бытовых отходов сильно варьируется, и топка со средним потоком являет собой компромиссное решение для широкого спектра загружаемых материалов. Надлежащее смешивание всех отдельных потоков Топочных газов необходимо обеспечить за счет геометрии, повышающей интенсивность смешивания, и/или подачи вторичного воздуха. В таком случае вывод топочных газов располагается в средней части решетки.

4.1.5 Подача воздуха в камеру сжигания

Подача воздуха в камеру сжигания выполняет следующие функции:

- подача кислорода для окисления;
- охлаждение;
- предотвращение образования шлаков в топке;
- смешивание топочных газов.

Воздух подается в камеру сжигания в нескольких точках. Обычно его подразделяют на первичный и вторичный, хотя также используется третичный воздух и рециркуляция топочных газов.

Забор первичного воздуха обычно производится в бункере с отходами. Это позволяет создать та пониженное давление и в целом предотвращает утечку неприятных запахов из бункера. Первичный воздух вентиляторами нагнетается в зоны под решеткой, где целый ряд воздушных коробов и распределительных клапанов позволяют точно контролировать его распределение.

Воздух может предварительно подогреваться, если с учетом количества отходов есть необходимость в их предварительной сушке. Первичный воздух нагнетается через топливную калашу на решетке и попадает в топливный слой. Он охлаждает секции решетки и доставляет кислород в слой сжигания.

Вторичный воздух подается в камеру сжигания с большой скоростью, например, через специальные форсунки или через внутренние элементы конструкции. Это должно обеспечивать полное сжигание и повышать интенсивность смешивания топочных газов, а также предотвращать свободный выход потоков несгоревших газов.

4.1.6 Дополнительная горелка

При запуске инсинератора для прогрева топки до заданной температуры, необходимой для сжигания топочных газов, обычно используются дополнительные горелки. В этом заключается их основное предназначение. Как правило, они автоматически включаются, если во время работы инсинератора температура снижается ниже заданной. При прекращении работы эти горелки часто используются, если в топке остаются отходы. [74, TWGComments, 2004]

4.1.7 Температура сжигания, время нахождения в камере, минимальное содержание кислорода

Для надлежащего сжигания топочных газов необходимо обеспечить температуру равномерного горения не менее 850°C (1100°C для отдельных видов опасных отходов) и время нахождения топочных газов при указанной температуре не менее 2 секунд с момента подачи последней порции воздуха; такое требование закреплено в законодательстве ЕС (директива 2000/76/ЕС и более ранние документы). Возможность отступления от данного требования законодательно предусмотрена при обеспечении аналогичных общих экологических показателей.¹

В более ранних документах указывалось минимальное содержание кислорода в первичном воздухе (6%), но в последней директиве ЕС по инсинерации отходов от этого было решено отказаться.

В ряде случаев опыт эксплуатации инсинераторов показал, что при меньшей температуре, меньшей продолжительности пребывания и более низком содержании кислорода в определенных ситуациях может обеспечиваться надлежащее сжигание и даже более высокие общие экологические показатели. Тем не менее, низкое содержание кислорода может привести к существенной опасности коррозии и потому требует специальной защиты материалов конструкций.¹

Содержание угарного газа в топочных газах являются ключевым показателем качества сжигания.

4.2 Инсинераторы с вращающейся камерой сжигания

Инсинераторы с вращающейся камерой сжигания отличаются большой прочностью и пригодны для сжигания практически любых отходов вне зависимости от их типа и состава. Инсинераторы с вращающейся камерой сжигания, в частности, очень широко применяются для высокотемпературного сжигания опасных отходов. Данная технология также повсеместно используется для отходов медицинских учреждений (большинство опасных клинических отходов подвергается высокотемпературному сжиганию в инсинераторах с вращающейся камерой сжигания³⁾) и не так широко – для бытовых отходов.

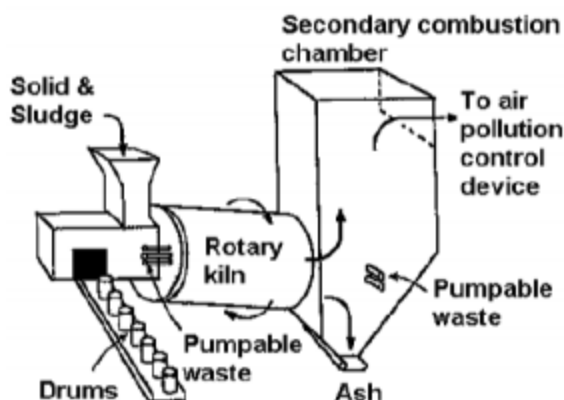
Рабочая температура в печах с вращающейся камерой, используемых для сжигания отходов, варьируется от примерно 500°C (в установках для газификации) до 1450°C (в высокотемпературных камерах, обеспечивающих плавление золы). Иногда требуется более высокая рабочая температура, но, как правило, не для сжигания отходов.

При традиционном высокотемпературном окислении температура обычно превышает 850°C. Рабочая температура в диапазоне 900-1200°C характерна для сжигания опасных отходов.

Как правило – и в зависимости от поставляемых отходов - чем выше рабочая температура, тем выше риск образования загрязнения и повреждений огнеупорной футеровки инсинератора от температурного напряжения. Некоторые инсинераторы оборудованы охлаждающей рубашкой (воздушной или водяной), позволяющей увеличить продолжительность эксплуатации футеровки, а значит, и периодичность отключений для текущего ремонта.

Ниже приведено схематическое изображение системы инсинератора с вращающейся камерой сжигания.

Рис. 6: Схематическое изображение инсинератора с вращающейся камерой сжигания



Solid & Sludge – Твердые отходы и шлаки; Drums – Барабаны; Rotary kiln – Вращающаяся камера сжигания; Pumpable waste – Отходы, пригодные для перекачки насосом; Secondary combustion chamber – Вторичная камера сжигания; Ash – Зольные остатки; To air pollution control device – К приборам контроля загрязнения воздуха
Источник: «Проект справочного документа по высокотемпературному сжиганию отходов»; EGTEI; 2002 г..

Вращающаяся камера состоит из цилиндрического резервуара, расположенного с небольшим наклоном по горизонтальной оси. Такой резервуар обычно устанавливается на роликах, позволяющих камере вращаться или качаться вокруг своей оси (возвратно-поступательное движение). Отходы продвигаются по камере при ее вращении под воздействием силы тяжести. Прямой впрыск используется, в частности, для жидких, газообразных или вязких (пригодных для перекачки насосом) отходов – особенно если с такими отходами связаны риски для безопасности и необходимо принятие отдельных мер для ограничения контакта с ними оператора.

³"TWG Comments on Draft 1 of Waste Incineration BREF"; 2003

Продолжительность нахождения твердых материалов во вращающейся камере сгорания определяется горизонтальным углом емкости и скоростью ее вращения. Как правило, 30-90 минут достаточно для обеспечения надлежащего качества сжигания.

В инсинераторах с вращающейся камерой можно осуществлять сжигание твердых, жидких, газообразных отходов и шлаков. Твердые материалы, как правило, подаются через неподвижную загрузочную воронку; жидкие отходы могут впрыскиваться в камеру через форсунки горелки; отходы, пригодные для перекачки насосом, и шлаки могут впрыскиваться.

4.2.1 Вращающиеся камеры сжигания и камеры дожигания для инсинерации опасных отходов

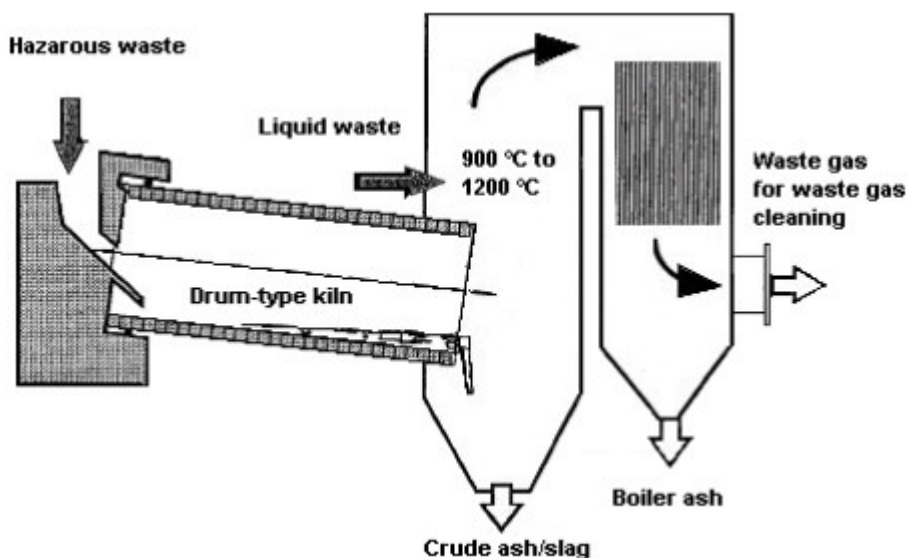
Рабочая температура во вращающихся камерах установок для инсинерации обычно составляет 850 - 1300°C. Такая температура может поддерживаться сжиганием отходов с высокой теплотворной способностью (напр., жидких), отработанных масел, мазута или газа. Высокотемпературные вращающиеся камеры могут оборудоваться водяными системами охлаждения, что является предпочтительным вариантом для высоких температур. Высокая рабочая температура может приводить к расплаву (остекловыванию) зольных остатков (окалины); при более низких температурах зольные остатки спекаются.

Температура в камере дожигания обычно составляет 900-1200°C в зависимости от конструкции установки и загружаемых в нее отходов. Большинство установок позволяют подавать в камеру дожигания вторичный воздух. Благодаря высоким температурам и подаче вторичного воздуха обеспечивается полное догорание дымовых газов и разрушение органических соединений (таких как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), полихлорированные бифенилы (ПБФ) и диоксины), в том числе углеводородов с низкой молекулярной массой. В некоторых странах допускается отступление от требования обеспечить температуру сжигания не менее 1100°C - на основании исследований, доказывающих, что ее снижение в первичной камере сжигания не влияет на качество выбросов в атмосферу.

4.2.2 Инсинератор барабанного типа с камерой дожигания для опасных отходов

Для сжигания опасных отходов свою эффективность доказало сочетание вращающейся камеры сжигания барабанного типа и камер дожигания, поскольку такая комбинация позволяет производить единообразную обработку твердых, вязких, жидких и газообразных отходов (см. рис.7).

Рис. 7: Вращающаяся камера сжигания барабанного типа в сочетании с камерой дожигания



Hazardous waste – Опасные отходы; Drum-type kiln Вращающаяся камера сжигания барабанного типа; Liquid waste – Жидкие отходы; 900-1200°C; Waste gas for waste gas cleaning – Дымовые газы на очистку; Boiler ash – Топочная зола; Crude ash/slag – Сырая зола/шлак

Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

Вращающиеся камеры сжигания барабанного типа с длиной от 10 до 15 м, соотношением длины к диаметру, как правило, 3 к 6 и внутренним диаметром от 1 до 5 м обычно предназначаются для инсинерации опасных отходов.

Установки с вращающимися камерами сжигания барабанного типа обеспечивают большую гибкость в отношении характеристик загружаемых отходов. Обычно их «рацион» допускает следующий диапазон состава:

- Твердые отходы: 10–70%
- Жидкие отходы: 25–70%
- Вязкие отходы: 5–30%
- Бочки: до 15%.

Для защиты вращающихся камер сгорания барабанного типа от температур, достигающих 1200°C, они облицовываются огнеупорным кирпичом. Для этого используется кирпич с высоким содержанием Al_2O_3 и SiO_2 . Решение о выборе кирпича, подходящего для конкретной установки, зависит от состава отходов. Кирпич может разрушаться соединениями щелочных металлов (соединений легкоплавких эвтектических сплавов), а также фтороводородом (SiF_4). Для защиты кирпичной футеровки от химической коррозии и механического воздействия падающих бочек в начале работы обычно формируется закаленный шлаковый слой при помощи отходов или материалов, хорошо образующих шлак, таких как стекольная шихта или смесь стекла и песка. Впоследствии температура во вращающейся камере сгорания обычно выбирается таким образом, чтобы обеспечить сохранение сформированного шлакового слоя – за счет минерального состава отходов и, возможно, определенных добавок, таких как песок.

Проводились испытания других систем подготовки поверхности, но ни впрыскиваемые, ни набивные огнеупорные массы не обеспечили требуемого результата. Облицовка камер инсинераторов барабанного типа специальными легированными сталями обеспечивала удовлетворительный результат только в отдельных специальных решениях. Долговечность огнеупорного покрытия зависит от загружаемых отходов. Нормальным считается период эксплуатации в 4 000-16 000 часов.

Охлаждение камер инсинераторов барабанного типа служит продлению их срока эксплуатации. Различные положительные результаты были зафиксированы на ряде установок.

Камеры инсинераторов барабанного типа имеют наклон в направлении камеры дожигания. Вкупе с медленным вращением (примерно 3–40 оборотов/час) это позволяет осуществлять транспортировку твердых опасных отходов, загружаемых в переднюю часть установки, а также зольных остатков, образующихся в процессе инсинерации, в направлении камеры дожигания. Отходы вместе с зольным остатком удаляются из камеры дожигания при помощи мокрого золоудаления. Время нахождения твердых отходов в камере сжигания, как правило, превышает 30 минут.

Камера дожигания должна обеспечивать определенное время нахождения для дожигания топочных газов, образующихся в процессе сжигания отходов, а также для сжигания впрыскиваемых непосредственно в нее жидких и газообразных отходов. Минимальное время нахождения, равное двух секундам, является одним из базовых положений директивы № 2000/76/ЕС. Размер камеры дожигания и скорость поступления туда газа определяют фактически достижимое время пребывания. Сокращение времени пребывания влечет за собой риск неполного сгорания газов.

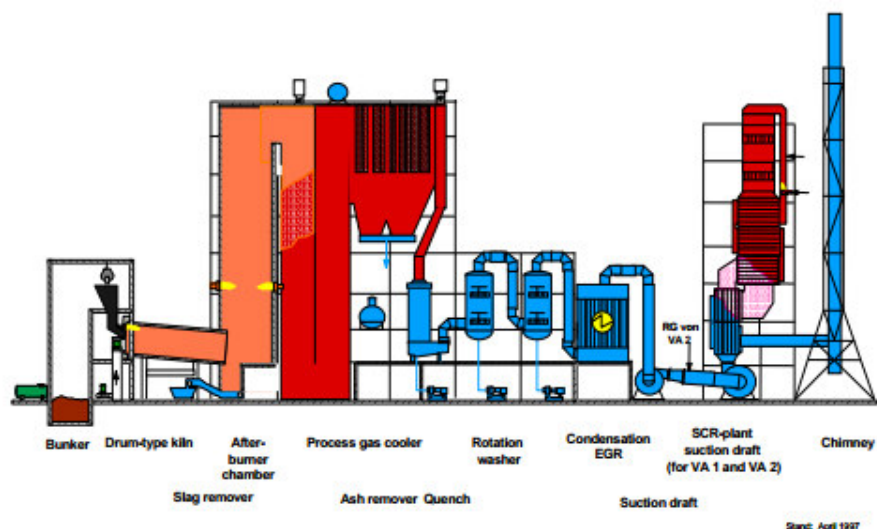
В ряде случаев опыт эксплуатации инсинераторов показал, что при меньшей температуре, меньшей продолжительности пребывания и более низком содержании кислорода в определенных ситуациях может обеспечиваться надлежащее сжигание и даже меньший выброс загрязняющих веществ в атмосферу [74, TWGComments, 2004].

Установка для инсинерации отходов с вращающейся камерой барабанного типа и с производительностью в 45 000 т/год показана на рис. 8. Установка состоит из трех основных зон:

1. Вращающаяся камера сжигания барабанного типа с камерой дожигания;
2. Котел-утилизатор для парогенератора;
3. Многоэтапная очистка топочных газов.

Кроме того, имеется инфраструктура для хранения, система загрузки и утилизации отходов и отработанной воды (из системы мокрой очистки газа), образующихся в процессе инсинерации.

Рис. 8: Пример инсинератора с вращающейся камерой сжигания барабанного типа для опасных отходов



Bunker – Бункер; Drum-type kiln – Камера сжигания барабанного типа; After-burner chamber – Камера дожигания; Slag remover – Шлакоудаление; Process gas cooler – охладитель технологического газа; Ash remover Quench – Удаление зольного остатка Теплоотвод; Rotation washer – Ротационная мойка; Condensation EGR – Конденсация рециркулятора отработавших газов; Suction draft – всасывающий поток; SCR-plant suction draft (for VA 1 and VA 2) – Всасывающий поток системы избирательной каталитической нейтрализации (для VA 1 и VA 2); Chimney – Дымовая труба.

По состоянию на апрель 1997 г.

Источник: «Проект немецкого отчета по разработке справочника BREF 'Инсинерация отходов'», Федеральное ведомство охраны окружающей среды; 2001 г.

4.3 Добавление отходов учреждений здравоохранения в инсинераторы для бытовых отходов

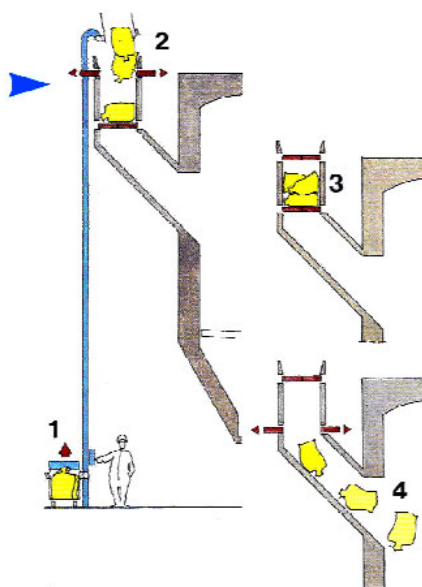
(Дания, 2002 г.) Иногда клинические отходы сжигаются в существующих инсинераторах для бытовых отходов. Широко используются отдельные системы загрузки с тамбурами-шлюзами. Такие шлюзы помогают предотвратить неконтролируемое попадание загрязняющих веществ в атмосферу в зоне загрузки. Сжигание осуществляется в той же топке, что и сжигание смешанных бытовых отходов.

Примечание: п. 6.7 Директивы по инсинерации отходов гласит, что инфицированные клинические отходы должны загружаться непосредственно в топку, без их предварительного смешивания с другими категориями отходов и без непосредственного манипулирования ими. [74, TWGComments, 2004]

В таком случае топочные газы, образующиеся в процессе сжигания разных отходов, подлежат обработке в общей системе обработки топочных газов.

На рис. 9 показан порядок этапов для системы отдельной загрузки:

Рис. 9: Примеры этапов системы загрузки клинических отходов в инсинератор для бытовых отходов

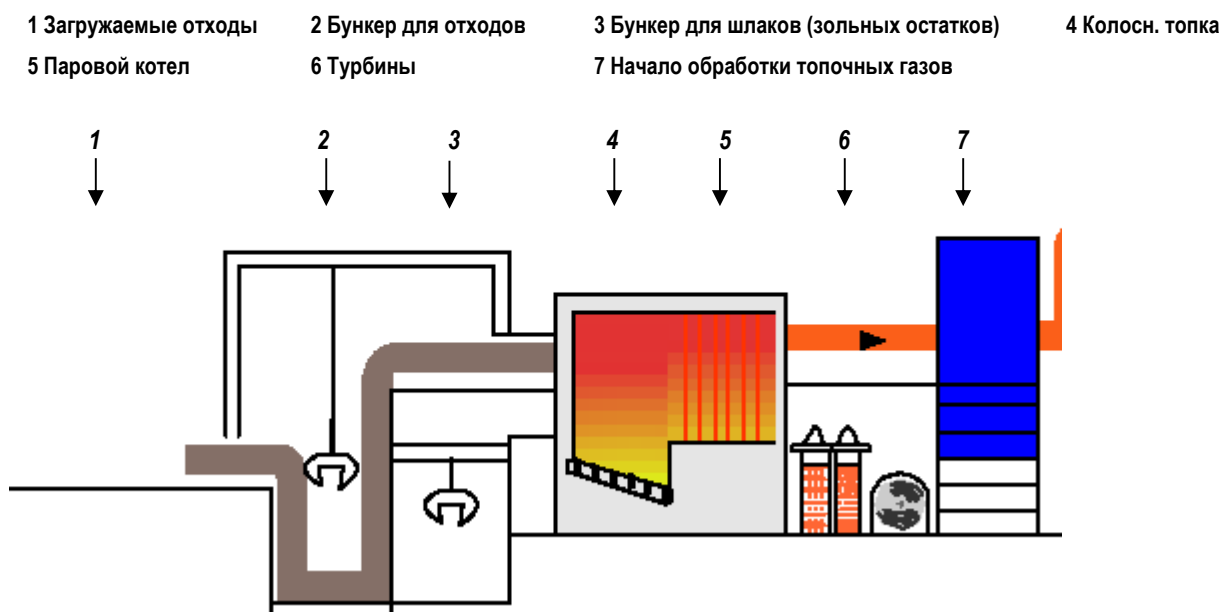


Источник: «Клинические отходы на мусоросжигательном заводе в Копенгагене», информация для персонала; Дания; 2002 г.

Отходы сбрасываются непосредственно в бункер для отходов. Там отходы смешиваются для обеспечения средней теплоты сгорания, равной 9.210 кДж/кг. Затем отходы при помощи крана поступают на загрузочную зону колосниковой решетки и сжигаются, перемещаясь в противоположном направлении, над полотном колосниковой решетки. Зольные остатки и шлаки собираются в бункере для шлаков.

Тепловая энергия, выделяемая в процессе сжигания, частично утилизируется при посредстве трубчатого котла и преобразуется в электрическую. Образующиеся топочные газы поступают в систему обработки топочных газов.

Рис. 10: Общий принцип работы – инсинератора для отходов в Билефельде-Херфорде



Источник: «Клинические отходы в инсинераторе для бытовых отходов в Билефельде-Херфорде», информация для персонала; Дания; 2002 г.

4.3.1 Система обработки топочных газов

Установка для централизованного высокотемпературного сжигания отходов была принята в эксплуатацию в 1981 году. На тот момент система обработки топочных газов для каждой технологической линии состояла из двухступенчатых электрофильтров и мокрого газоочистителя. В связи с вводом в действие новых норм выбросов и законов в 1986 году (Техническое руководство по атмосфере-86) и в 1991 году (17-й федеральный закон по защите от выбросов) инсинератор пришлось модернизировать с учетом новых норм и требований. Их выполнение было обеспечено в 1996 году благодаря инвестициям в размере 115 млн евро. С 1996 года инсинератор располагает тремя системами обработки топочных газов с 8 ступенями очистки.

Рис. 11: Схема 8-ступенчатой системы обработки топочных газов



Источник: «Клинические отходы в инсинераторе для бытовых отходов в Билефельде-Херфорде», информация для персонала; Дания; 2002 г.

На выходе из инсинератора топочные газы имеют температуру около 230°C и поступают в первый электрофильтр. На этом этапе топочные газы очищаются от пыли.

Затем потоки топочных газов поступают в отделитель аэрозолей, где испаряется зараженная вода после и предварительной и основной мокрой очистки. Соли из растворов переходят в твердую форму. В отделителе аэрозолей выпаривается вся вода, использовавшаяся в процессе инсинерации отходов. Таким образом, система в целом функционирует без отработанной воды.

Теперь топочные газы охладились до 175°C и поступают во второй электрофильтр. Здесь отделяются остатки пыли и соли.

Далее топочные газы проходят вторую ступень мокрой очистки, включающую предварительную и основную мокрую очистку. Для промывки используется технологическая вода (отработанная вода, поступающая из смежной водоочистительной установки). Промывочная жидкость проходит через узел для мокрой очистки. В узле предварительной мокрой очистки из топочных газов удаляется в основном хлорид водорода, фторид водорода, а также ртуть. На этом этапе технологическая вода смешивается с известковым молоком.

Благодаря добавлению осадителя тяжелых металлов происходит удаление из топочных газов диоксида серы. Под воздействием осадителя тяжелых металлов все тяжелые металлы, растворенные в промывочной жидкости, превращаются в кислотостойкие и термостойкие соединения, например, ртутные. Такие ртутные соединения могут выпариваться в отделителе аэрозолей для трех технологических линий.

В отделителе аэрозолей осуществляется микроочистка и отделение воды при помощи полипропиленовой ткани. Теперь температура топочных газов опустилась примерно до 65°C.

Прежде чем топочные газы поступят для очистки в катализатор, они должны пройти через теплообменник и узел предварительного нагрева топочных газов, где нагреваются до 240°C. Катализатор состоит из трех слоев. В первом слое оксиды азота при помощи аммиачной воды превращаются в молекулярный азот (содержится в атмосфере) и воду. Во втором и третьем слоях за счет окисления разрушаются диоксины и фураны. В рамках данного процесса также разрушаются и другие опасные органические вещества. После прохождения через все три слоя топочные газы поступают в теплообменник для топочных газов. Здесь отходящие топочные газы отдают тепло топочным газам, которым предстоит пройти через катализатор.

Теперь топочные газы имеют температуру около 95°C. В первую очередь они поступают в накопительную камеру. На этом этапе топочные газы при помощи разбрызгивающего устройства смешиваются с адсорбентами (смесь из извести и кокса). Такая смесь адсорбирует остатки тяжелых металлов, диоксинов и фуранов. В завершение топочные газы проходят через тканевый фильтр. После такого восьмиступенчатого процесса обработки очищенные топочные газы выбрасываются в атмосферу через трубу высотой 107 м.

5 Термическая обработка отходов классов «Б» и «В»

Термическое обеззараживание материалов – это старое, но испытанное решение, и на сегодняшний день на рынке представлен широкий спектр различных систем термической обработки. Различные системы обеспечивают различный уровень обработки. Поэтому ниже содержится обзор уровней и существующих технологий обработки.

Сегодня существуют различные способы термической обработки при обеззараживании отходов учреждений здравоохранения, гарантирующие различные уровни обеззараживания. В международной практике такими организациями, как Центр контроля и профилактики заболеваний (Centres for Disease Control and Prevention, CDC), Институт им. Роберта Коха (RKI) и Всемирная Организация Здравоохранения, признаются четыре уровня обеззараживания.

Уровень 1 – Низкий уровень обеззараживания:

Инаktivация большинства вегетативных форм бактерий, грибов и некоторых вирусов. Данный уровень обработки не позволяет инаktivировать микобактерии (таких как возбудители туберкулеза) и споры бактерий. Данный уровень обработки не подходит для обеззараживания отходов учреждений здравоохранения и потому не может быть рекомендован.

Уровень 2 – Средний уровень обеззараживания

Инаktivация микобактерий, всех вирусов, грибов и вегетирующих форм бактерий. Не включает инаktivацию спор бактерий. Данный уровень также определяется как уничтожение всех микроорганизмов, за исключением большого числа бактериальных спор. Эти два уровня обеззараживания по сути равнозначны. Испытания среднего уровня обеззараживания должны демонстрировать сокращение числа микроорганизмов, наиболее устойчивых к соответствующему способу обработки, в $6 \log_{10}$ раз. Данный уровень не включает инаktivацию бактериальных спор, для которой необходима обработка уровня 3. (таких как споры сибирской язвы *Bacillus anthracis*) или уровня 4 (такие как столбняк - *Clostridium tetani*), и потому может применяться только для предварительной обработки отходов, предшествующей их окончательной обработке.

Уровень 3 – Высокий уровень обеззараживания:

Уничтожение почти всех форм микробиологической жизни, присутствующих в отходах учреждений здравоохранения (включая *Bacillus anthracis*), доказанное на примере инаktivации имитаторов патогенных микроорганизмов (спор бактерий) с кривой гибели, аналогичной кривой наиболее устойчивых патогенных возбудителей болезней у человека. Такие имитаторы патогенных микроорганизмов не должны представлять собой формы, наиболее устойчивые к соответствующему процессу обработки, их устойчивость должна быть аналогичной устойчивости большинства патогенных возбудителей болезней у человека, встречающихся в инфицированных отходах. Данный уровень требует инаktivации удельных количеств устойчивых имитаторов патогенных микроорганизмов, которая подтверждает, что отходы прошли обработку, сокращающую количество инфекционных агентов в потоке отходов до уровня, не представляющего существенного риска для здоровья человека и для окружающей среды. Подтверждением высокого и среднего уровня обеззараживания считается результат термической обработки, обеспечивший сокращение количества спор *B. stearothermophilus* или *B. subtilis* как минимум на $4 \log$. Сокращение на $4 \log$ 10 равнозначно сокращению количества спор на 99,99%.

Уровень 4 – Стерилизация:

Уничтожение всех форм микробиологической жизни (включая столбнячную палочку - *Clostridium tetani*), определяемое как полная инаktivация специфических концентраций микроорганизмов, признанных наиболее устойчивыми к процессу обработки. Стерилизацией считается при сокращении спор *B. Stearothermophilus* как минимум на 6 log. Сокращение на 6 log₁₀ равнозначно сокращению количества спор на 99,9999%.

Обработка уровня 3 считается достаточной (напр., в США, Германии и других странах) для обработки инфицированных отходов учреждений здравоохранения.

5.1 Технологии термической обработки

Сегодня существуют системы термической обработки разных типов. Все эти технологии объединяет одно: нагревающим агентом в них является пар. При нагревании воды ее температура повышается вплоть до достижения точки кипения или насыщения, при которой вода превращается в пар. При атмосферном давлении точка насыщения для воды составляет 100°C. При более высоком давлении точка росы оказывается выше. Например, при давлении 3,2 бар вода закипает при 134°C. При температуре пара равной точке насыщения такие условия называются условиями насыщения, а пар - насыщенным. Автоклавы и другие системы паровой стерилизации, как правило, используют насыщенный пар.

Системы термической обработки обеспечивают инаktivацию микроорганизмов посредством высоких температур (коагуляция белков). При этом для процесса инаktivации важно сочетание воздействия влажности, высокой температуры и давления. По сравнению, например, с использованием горячего воздуха (обеззараживания сухим жаром) атмосфера пара имеет определенные преимущества для обработки отходов учреждений здравоохранения:

- Пар содержит больше тепловой энергии (энтальпия пара высвобождается при его конденсации на отходах, а удельная теплоемкость у пара больше, чем у воздуха) и потому может переносить больше тепловой энергии для обработки отходов, чем, например, воздух.
- Во влажном состоянии микроорганизмы обладают большей чувствительностью к высокой температуре, чем в сухом. Благодаря влаге даже споры набухают и утрачивают свою обычную термостойкость.
- Пар в условиях высокой температуры и давления работает по принципу гидролиза.

Данный процесс используется для обеззараживания и стерилизации медицинских инструментов в больницах с 1876 года, когда Шарль Шамберлан создал первую установку для стерилизации паром под давлением. Инфицированные отходы учреждений здравоохранения могут содержать большое количество патогенных микроорганизмов, аналогичных содержащихся на контаминированных медицинских инструментах и вспомогательных материалах. Поэтому применение автоклавов для сокращения или уничтожения микрофлоры, которая может содержаться в медицинских отходах, явилось естественным шагом.

Сегодня системы термической обработки отличаются друг от друга главным образом тем, как обеспечивается удаление воздуха из рабочей камеры и отходов, а значит, чем гарантируется чистая, насыщенная атмосфера пара для процесса обработки. Для качества процесса термического обеззараживания или стерилизации наиболее важными являются следующие параметры:

- полное удаление воздуха и его замена паром в целях предотвращения так называемой «проблемы островов холода» – воздушных раковин в камере стерилизатора, в которых воздух не замещается паром;
- качество используемого насыщенного пара (минимизация содержания инертных газов);
- время и температура обработки (время измеряется после достижения рабочей температуры).

5.1.1 Автоклавы с гравитационным методом откачки воздуха

Базовая модель автоклава состоит из металлической камеры, герметизируемой загрузочным люком и оборудованной паровой рубашкой. Пар подается во внешнюю рубашку и внутрь рабочей камеры, выдерживающей повышенное давление. Нагрев внешней рубашки уменьшает конденсацию пара на внутренних стенках камеры. Также существуют автоклавы без паровой рубашки. Такие автоклавы дешевле, но температура пара в них должна быть более высокой. Большие количества конденсируемого пара могут приводить к проблемам. Автоклавы без паровой рубашки используются в основном в моделях большой производительности.

Автоклавы с гравитационным методом откачки воздуха (или с вытеснением воздуха паром) используют для замещения холодного тяжелого воздуха силу тяжести (пар легче воздуха). Пар подается в верхнюю часть камеры и постепенно замещает находящийся там более холодный воздух, передвигаясь в направлении выхода в донной части камеры. Полное удаление воздуха из камеры необходимо для обеспечения проникновения тепловой энергии в отходы. Поэтому эффективность обеззараживания в данной системе сильно зависит от способов упаковки и загрузки отходов в автоклав, которые должны предотвращать образование воздушных раковин, в которых воздух не может быть замещен паром, что приводит к неполной обработке отходов. Проблемы возникают в случаях, когда отходы упакованы в мешки, препятствующие замещению воздуха. При нормальной эксплуатации проникновение пара может быть неполным, и потому такие системы на настоящий момент не рекомендуются для обеззараживания отходов учреждений здравоохранения.

Для минимизации проблемы воздушных раковин разрабатываются системы с узлом механической обработки (измельчения) отходов до их обработки паром, что должно облегчить поступление тепловой энергии в отходы, обеспечить более равномерное нагревание отходов, изменить внешний вид отходов и/или обеспечить возможность потокового (а не порционного) процесса, напр., с использованием шнековых систем с масляным нагревом (шнек представляет собой большой шуруп, вращающийся внутри цилиндра и транспортирующий отходы). Такие новые системы иногда называют «усовершенствованными» автоклавами.

5.1.2 Микроволновые системы

Микроволновая обработка по сути представляет собой процесс обеззараживания паром, поскольку в отходы добавляется вода, и обеззараживание обеспечивается влажным жаром и паром, производимым за счет микроволновой энергии. Различные исследования показывают, что уничтожение микроорганизмов в СВЧ-стерилизаторах обусловлен главным образом воздействием влажного жара; без воды или пара одни СВЧ-волны не обеспечивают существенной инактивации микробов.

Длина волн в СВЧ-стерилизаторах составляет несколько сантиметров, в спектре электромагнитного излучения они занимают промежуточное положение между радиоволнами и инфракрасным излучением. СВЧ-системы для обеззараживания состоят из зоны или камеры обеззараживания, в которую направляется микроволновая энергия, производимая СВЧ-генератором (магнетроном). Как правило, в стерилизаторах используется от 2 до 6 таких магнетронов мощностью около 1,2 кВт каждый. Частота СВЧ-волн составляет около 2,45 гигагерц (ГГц).

Это приводит к тому, что вода и другие молекулы в отходах начинают колебаться с большой скоростью, как будто следуя за формой стремительно изменяющегося электромагнитного поля. Интенсивные колебания приводят к трению, которое, в свою очередь, вызывает нагрев, и вода превращается в пар. Одни системы предназначены для обработки партий отходов, другие – для полунепрерывного процесса. По сравнению с обычными системами для автоклавирования СВЧ-системы отличаются большей сложностью и большими затратами на обслуживание.

5.1.3 Автоклавы (стерилизаторы) с предварительным вакуумированием

Эффективный способ замены воздуха паром подразумевает использование вакуумного насоса для откачки воздуха перед подачей пара. Автоклавы (стерилизаторы) с предварительным вакуумированием удаляют воздух из рабочей камеры для создания высокого вакуума до подачи пара. Такая процедура позволяет быстрее создавать рабочую температуру и позволяет пару более эффективно проникать в отходы сокращая вероятность образования воздушных раковин в партии отходов.

5.1.4 Автоклавы с фракционным вакуумированием

также известные как «усовершенствованные автоклавы с предварительным вакуумированием» или «вакуум-пар-вакуумные автоклавы» (ВПВ-автоклавы)

Для гарантированного полного удаления воздуха из рабочей камеры и партии отходов (а значит, для гарантированного проникновения пара во все отходы) некоторыми странами и организациями (такими как Институт им. Роберта Коха в Германии) рекомендуется использование так называемых «фракционных циклов высокого вакуума». При такой процедуре воздух удаляется из камеры по несколько раз с чередованием высокого разрежения и подачи пара. Преимущества такой процедуры подтверждаются опытом, особое значение имеет возможность установок данного типа производить надежную обработку отходов, упакованных в мешки (благодаря многократному чередованию вакуумирования и подачи пара). В медицинской сфере данная процедура сегодня считается «современным уровнем» технологии паровой стерилизации. (см. также: DIN-EN 285 – Стерилизация – Паровые стерилизаторы – Большие стерилизаторы)

5.2 Технологии обеззараживания сухим жаром

Стерилизация сухим жаром подразумевает обработку отходов при температуре и в течение времени, достаточных для обеспечения стерилизации всей партии отходов. При стерилизации сухим жаром подача воды или пара не производится. Вместо этого отходы нагреваются при помощи кондукции, естественной или принудительной конвекции и/или теплового излучения с использованием инфракрасных нагревателей. Поскольку горячий воздух обладает меньшей теплоемкостью по сравнению с паром требуются более высокая температура обработки (как правило, 160–200°C) и более длительное время стерилизации (2 ч – 30 минут).

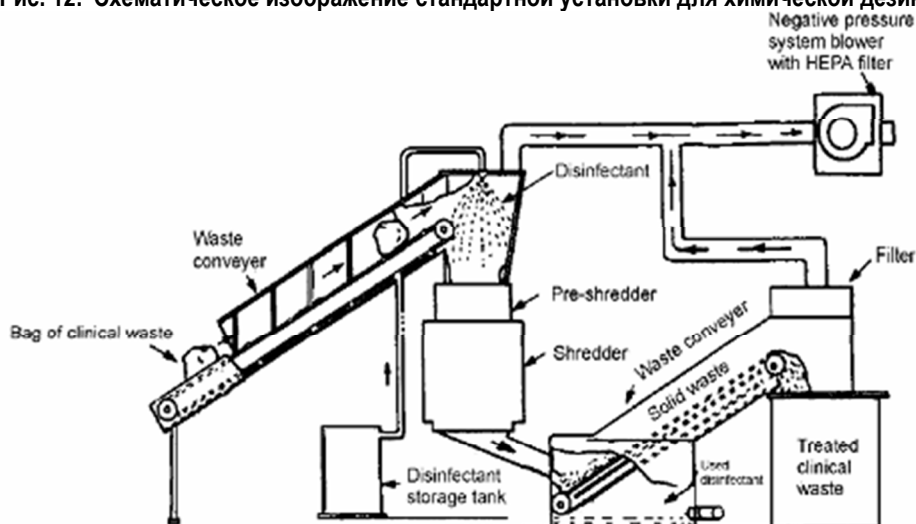
5.3 Технологии химической обработки

Больницы и другие учреждения здравоохранения десятилетиями повседневно используют химические вещества и для обеззараживания многоразовых медицинских инструментов, и для дезинфекции поверхностей в процессе уборки. Химические способы с использованием дезинфицирующих растворов обеспечивают хорошие результаты при поверхностной стерилизации. При использовании для обработки медицинских отходов (гетерогенные материалы – необходимость обработки внутренних поверхностей) главной проблемой оказывается контакт между химическим веществом и инфицированными отходами с обеспечением достаточной концентрации химического вещества и достаточным временем обработки.

Поэтому технологии обеззараживания, как правило, включают узлы для измельчения и перемешивания, чтобы разрешить проблему контакта между отходами и химическим веществом. Поскольку химическая обработка включает измельчение, возникает опасность высвобождения патогенных возбудителей в результате образования аэрозолей. Технологии химической обработки должны представлять собой замкнутые системы или ситсемы, работающие при отрицательном давлении, а отработанный воздух должен проходить через HEPA-фильтры и другие фильтры.

Химическая обработка осуществляется с применением дезинфицирующих средств, таких как двуокись хлора в растворе, гипохлорит натрия, надуксусная кислота или других сухих неорганических химических веществ. Существует новаторская система, использующая щелочной гидролиз в нагреваемых емкостях из нержавеющей стали. Для поддержания необходимой концентрации химических веществ технологии химической обработки должны обеспечивать возможность восполнения химикатов, потери которых обусловлены испарением, распадом, адсорбирующими поверхностями отходов и взаимодействием с микроорганизмами.

Рис. 12: Схематическое изображение стандартной установки для химической дезинфекции



Bag of clinical waste – Пакет с клиническими отходами; Waste conveyor – Транспортер для отходов; Disinfectant storage tank – Емкость для хранения дезинфицирующих веществ; Disinfectant – Дезинфицирующее вещество; Pre-shredder – Предварительный измельчитель; Shredder – Измельчитель; Waste conveyor – Транспортер для отходов; Solid waste – Твердые отходы; Used disinfectant – Используемое дезинфицирующее вещество; Treated clinical waste – Обеззараженные клинические отходы; Filter – Фильтр; Negative pressure system blower with HEPA filter – Вытяжка с HEPA-фильтром.

Источник: «Безопасное управление отходами медучреждений», ВОЗ, 2013 г.

Необходимо также учитывать прочие факторы, такие как показатель pH, температуру и наличие других химикатов, способных влиять на процесс дезинфекции. В зависимости от природы химических веществ опасность для здоровья персонала может представлять их концентрация в воздухе производственного помещения или контакт с кожей. Поскольку многие установки для химической обработки сбрасывают существенные количества жидких отходов или сточных вод в канализацию такие стоки должны соответствовать предельно допустимым значениям в разрешении на сбросы. Кроме того, важно определить возможное долгосрочное экологическое воздействие таких сбросов. Некоторые химические дезинфицирующие вещества хранятся в концентрированном виде, что увеличивает их опасность.

Различные микроорганизмы имеют разную устойчивость к химическим веществам. Наименьшей устойчивостью обладают вегетативные формы бактерий, вегетативные формы грибов, споры грибов и липофильные вирусы; сравнительно большей устойчивостью – гидрофильные вирусы, микобактерии и споры бактерий, такие как *B. stearothermophilus*. Перед применением технологии химической обработки необходимо тщательно изучить, способно ли соответствующее вещество уничтожить все микроорганизмы.

5.4 Радиационное обеззараживание

Ионизирующее излучение возникает при ускорении заряженных частиц, достаточном для выбивания электронов с их атомных орбит; примерами ионизирующего излучения являются рентгеновские лучи и гамма-лучи. При достаточно высоких дозах ионизирующего излучения ДНК наносится серьезный урон, приводящий к гибели микроорганизмов. В технологиях радиационного обеззараживания применяются пучки электронов, кобальт-60 или УФ-излучение. Данные технологии требуют экранирования для предотвращения воздействия на персонал. Эффективность уничтожения патогенных микроорганизмов в инфицированных отходах зависит от дозы, поглощаемой массой отходов, которая, в свою очередь, зависит от плотности отходов и энергии электронов.

Основную проблему при применении радиационного обеззараживания представляет собой гетерогенный характер отходов. Энергию, поглощенную отходами, называют поглощенной дозой. Для определения необходимой дозы производители оборудования, как правило, измеряют дозы в разных частях зоны обработки и соотносят их с требуемыми уровнями инактивации микроорганизмов.

6 Приложение

6.1 Предельно допустимые выбросы при инсинерации - Европа

Директива 2000/76/ЕС по сжиганию отходов. Приложение V: Предельно допустимые выбросы в атмосферный воздух:

(A)	Загрязнитель	Средне-суточные выбросы	Единица
1	Пыль, всего	10	мг/м ³
2	Газообразные и парообразные органические вещества, в пересчете на общий органический углерод	10	мг/м ³
3	Хлористый водород (HCl)	10	мг/м ³
4	Фтористый водород (HF)	1	мг/м ³
5	Двуокись серы (SO ₂)	50	мг/м ³
6	Моноксид азота (NO) и диоксид азота (NO ₂), в пересчете на диоксид азота, для существующих часов инсинерации или для новых инсинераторов	200	мг/м ³ (*)
7	Моноксид азота (NO) и диоксид азота (NO ₂), в пересчете на диоксид азота, для существующих установок для инсинерации с номинальной производительностью не более 6 т/час	400	мг/м ³ (*)

(*) :- До 1 января 2007 года и без ущерба для применимых положений законодательства (ЕС) предельно допустимые выбросы NO_x не применяются к установкам, используемым только для инсинерации опасных отходов.

Компетентные ведомства могут утверждать исключения по NO_x для существующих установок для сжигания:

- с номинальной производительностью 6 т/час, при условии, что разрешение предусматривает средние выбросы за сутки на уровне не более 500 мг/м³, причем только до 1 января 2008 г.,
- с номинальной производительностью >6 т/час, но не более 16 т/час, при условии, что разрешение предусматривает средние выбросы за сутки на уровне не более 400 мг/м³, причем только до 1 января 2010 г.,
- с номинальной производительностью >16 т/час, но не более <25 т/час – не осуществляющих сброса сточных вод, при условии, что разрешение предусматривает средние выбросы за сутки на уровне не более 400 мг/м³, причем только до 1 января 2008 г.

До 1 января 2008 г. компетентный орган может утверждать исключения по пыли, при условии что соответствующие разрешения предусматривают среднесуточные выбросы, не превышающие 20 мг/м³.

При условии, что хлорид водорода (HCl), фторид водорода (HF) и сера (S) не присутствуют в подлежащих обработке отходах, их не будет и в топочных газах.

(В)	Загрязнитель	Средние показатели за полчаса		Единицы
		100 % (А)	97 % (В)	
1	Пыль, всего	30	10	мг/м ³
2	Газообразные и парообразные органические вещества, в пересчете на общий органический углерод	20	10	мг/м ³
3	Хлористый водород (HCl)	60	10	мг/м ³
4	Фтористый водород (HF)	4	2	мг/м ³
5	Двуокись серы (SO ₂)	200	50	мг/м ³
6	Моноксид азота (NO) и диоксид азота (NO ₂), в пересчете на диоксид азота, для существующих установок для инсинерации с номинальной производительностью не более 6 т/час или новых инсинераторов	400 (*)	200 (*)	мг/м ³

(*) :- До 1 января 2007 года и без ущерба для применимых положений законодательства (ЕС) предельно допустимые выбросы NO_x не применяются к установкам, используемым только для инсинерации опасных отходов.

До 1 января 2010 г. Компетентный орган может утверждать исключения по NO_x для существующих установок для инсинерации номинальной производительностью 6-16 т/час, при условии что средние выбросы за полчаса не превышают 600 мг/м³ для колонки “А” или 400 мг/м³ для колонки „В”.

При условии, что хлорид водорода (HCl), фторид водорода (HF) и сера (S) не присутствуют в подлежащих обработке отходах, их не будет и в топочных газах.

(С) Все средние показатели за время отбора проб (не менее 30 минут и не более 8 часов).

Сер.№	Все средние значения за время отбора проб (не менее 30 минут и не более 8 часов)	Единицы		
1	Кадмий и содержащие кадмий соединения, в пересчете на кадмий (Cd)			

2	Талий и содержащие талий соединения, в пересчете на талий (Tl)	всего 0,05	всего 0,1*	мг/м ³
3	Ртуть и содержащие ртуть соединения, в пересчете на ртуть (Hg)	0,05	0,1 *	Мг/м ³
4	Сурьма и содержащие сурьму соединения, в пересчете на сурьму (Sb)	Всего 0,5	0,1 *	Мг/м ³
5	Мышьяк и содержащие мышьяк соединения, в пересчете на мышьяк (As)			
6	Свинец и содержащие свинец соединения, в пересчете на свинец (Pb)			
7	Хром и содержащие хром соединения, в пересчете на хром (Cr)			
8	Кобальт и содержащие кобальт соединения, в пересчете на кобальт (Co)			
9	Медь и содержащие медь соединения, в пересчете на медь (Cu)			
10	Марганец и содержащие марганец соединения, в пересчете на марганец (Mn)			
11	Никель и содержащие никель соединения, в пересчете на никель (Ni)			
12	Ванадий и содержащие ванадий соединения, в пересчете на ванадий (V)			

(*) До 1 января 2007 г. средние значения для существующих установок с разрешениями на эксплуатацию, выданными до 31 декабря 1996 г., используемые для сжигания только опасных отходов.

Данные средние значения включают газообразные и парообразные формы выбросов соответствующих тяжелых металлов, а также их соединений.

(d) Средние значения определяются путем отбора проб в течение не менее чем 6 и не более чем 8 часов.

Предельно допустимые выбросы указывают общую концентрацию диоксинов и фуранов, рассчитанную с использованием концепции токсического эквивалента в соответствии с Приложением 1 к Директиве.

Диоксины и фураны = 0,1 нг/м³

(e) В дымовых газах не должны превышать следующие предельно допустимые выбросы монооксида углерода (CO) (за исключением этапов запуска и остановки установки):

- 50 мг/м³ в дымовых газах – по среднесуточному значению;
- 150 мг/м³ в дымовых газах – по результатам как минимум 95% всех замеров, определяемых как средние значения за 10 минут, и
- 100 мг/м³ в дымовых газах – по результатам всех замеров средних значений за полчаса в пробах, взятых за любые 24 часа.

Исключения могут быть согласованы с компетентным ведомством по установкам для инсинерации, использующим технологию псевдоожиженного слоя, при условии, что разрешение предусматривает предельно допустимые выбросы по монооксиду углерода (CO) в объеме, не превышающем 100 мг/м³ по средним выбросам за час.

6.2 Справочная и дополнительная литература

Российские стандарты и нормы

- Федеральный закон № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха», 1999 г.
- СанПин 2.1.7.2790-10: «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами»

Европейские директивы

- Европейский справочник наилучших доступных технологий (BREF, 2006 г.). Комплексное предупреждение и контроль загрязнения окружающей среды: Справочник наилучших доступных технологий инсинерации отходов. Инсинерация отходов. Справочник наилучших имеющихся технологий. Еврокомиссия.
- Директива 2000/76/ЕС - Директива по инсинерации отходов, 2000 г.
- Директива 2008/1/ЕС - Директива по комплексному предупреждению и контролю загрязнения окружающей среды, 2009 г.
- DIN EN ISO 17665-1: Стерилизация медицинских товаров – Стерилизация влажным жаром – Требования к разработке, валидации и рутинным проверкам процесса стерилизации медицинского оборудования.
- DIN EN 13060: Малые паровые стерилизаторы; немецкая версия prEN 13060, 2012 г.
- DIN 58949-3: Обеззараживание – Оборудование для обеззараживания паром – ч. 3: Проверка эффективности, 2012 г.
- EN 285: Стерилизация — Паровые стерилизаторы – Большие стерилизаторы, 2010 г.

Международные документы

- Базельская конвенция; Инструкции по экологически безопасному управлению биомедицинскими отходами и отходами учреждений здравоохранения (Technical Guidelines on environmentally sound management of biomedical and healthcare waste, ЮНЕП) (Y1; Y3),” Basel Convention series/SBC № 2003/3, ЮНЕП, Шатлен, Швейцария, 2003 г.
- Компендиум по технологиям обработки и ликвидации отходов учреждений здравоохранения (Compendium of technologies for treatment and destruction of healthcare waste), Программа развития ООН, 2012 г.
- Руководство по технологиям обезвреживания стойких органических загрязнителей в **запасах** и почве без сжигания. EPA-542-R-05-006, Washington, DC. www.epa.gov, Программа развития ООН, 2005 г.
- Безопасное управление отходами учреждений здравоохранения (Safe management of waste from healthcare activities), ВОЗ, 2013 г.