

*Манина Л. К.*  
*аспирант,*  
*Рутковский А. Ю.*  
*к.т.н., доц.*

*ГОУ ВО ЛНР «ДонГТИ», г. Алчевск, ЛНР*

## **АНАЛИЗ ТЕРМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УТИЛИЗАЦИЯ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ**

Все отходы антропогенного характера являются наиболее агрессивными загрязнителями естественной среды и представляют потенциальную опасность для здоровья человека. С точки зрения эпидемиологии наибольшую опасность представляют медицинские отходы, поскольку они могут содержать патогенные микроорганизмы, химические элементы, радиоактивные или токсичные вещества.

К сожалению, в ЛНР, так же, как и в России, 90 % отходов подвергаются захоронению (депонированию) на полигонах [1], хотя это связано с транспортными расходами и отчуждением больших территорий. Кроме того, полигоны зачастую не соответствуют элементарным санитарно-гигиеническим требованиям и являются вторичными источниками загрязнения окружающей природной среды.

Но если от большинства отходов еще можно сравнительно безопасно избавиться путем депонирования, то некоторые их виды, например медицинские отходы, подлежат обязательной переработке. Они значительно отличаются от остальных отходов и требуют особого внимания. В них кроется опасность для человека, обусловленная, прежде всего постоянным наличием в их составе возбудителей различных инфекционных заболеваний, токсических, а нередко, и радиоактивных веществ. К тому же длительность выживания в таких отходах патогенных микроорганизмов достаточно велика. Так, например, если в 1 г бытовых отходов содержится 0,1–1 млрд микроорганизмов, то в медицинских — это число возрастает до 200–300 млрд.

При этом следует учитывать, что количество «производимых» медицинскими учреждениями отходов имеет тенденцию к интенсивному росту, а вследствие увеличения номенклатуры применяемых средств — еще и к вариабельности состава. Все лечебно-профилактические учреждения (ЛПУ), вне зависимости от их профиля и конечной мощности, в результате своей деятельности образуют различные по фракционному составу и степени опасности отходы, поэтому в каждом из них должна быть организована система сбора, временного хранения, обработки и транспортирования отходов. Наиболее крупные медицинские учреждения организуют на территории ЛПУ установки по переработке части медицинских отходов.

Проблема утилизации медицинских отходов привлекает к себе все более пристальное внимание. Еще в 1979 г. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) отнесла отходы медицинской сферы к группе особо опасных и указала на необходимость создания специализированных служб по их уничтожению и переработке.

Базельская конвенция в 1992 г. выделила 45 видов опасных отходов, список которых открывается клиническими отходами. К 2005 году в мире, по обобщенным данным, их накопилось уже около 1,8 млрд тонн, что составляет примерно 300 кг на каждого жителя планеты.

Особую опасность представляют инъекционные иглы и шприцы, поскольку неправильное обращение с ними после их применения может привести к повторному использованию. По оценке ВОЗ в 2000 году только в результате повторного использования шприцев были инфицированы: 21 миллион человек — вирусом гепатита В (HBV) (32 % всех новых инфекций); два миллиона человек — вирусом гепатита С (HCV) (40 % всех новых инфекций); и, по крайней мере, 260 000 человек — ВИЧ (5 % всех новых инфекций).

К отходам ЛПУ, в зависимости от их класса, предъявляются различные требования по сбору, временному хранению и транспортированию. Не допускается смешивание отходов

различных классов на всех стадиях сбора и хранения, а также определяется порядок утилизации отходов.

Существует несколько способов утилизации медицинских отходов:

- сжигание в специальных устройствах;
- стерилизация;
- химическая дезинфекция;
- воздействие микроволнами.

Печи для сжигания медицинских отходов предназначены для утилизации отходов лабораторий, больниц, а также материалов, с которыми контактировали больные, лекарственных препаратов и обычных отходов медицинских учреждений (упаковка, перевязочный материал, одноразовый инструмент и т. д.).

Уничтожение медицинских отходов путем сжигания выполняется в специальных установках (инсинераторах, муфельных печах). Однако данный метод утилизации — сжигание, обладает весомым недостатком, так как в процессе сжигания образуются диоксины.

Диоксины — это наиболее опасные загрязнители, связанные со сжиганием. Они вызывают целый ряд заболеваний, включая онкологические заболевания, повреждения иммунной системы, нарушение деятельности репродуктивной и других систем организма. Они обладают свойством биокумуляции. Это означает, что они способны перемещаться по пищевым цепям от растений к хищным животным, концентрируясь в мясе и молоке, и, как результат, в человеческом теле, что подразумевает под собой то, что целые популяции уже сейчас страдают от пагубных последствий воздействия диоксинов [2].

Чтобы предотвратить образование диоксинов, осуществляется термическое уничтожение медицинских отходов с обязательным дожигом полученных газообразных продуктов, в результате чего получается твердый остаток, не представляющий опасности для окружающей среды, а также образуются безопасные летучие органические соединения.

Сначала в устройство, муфельную печь, загружается материал для сжигания. Далее происходит его обезвреживание термическим способом (при температуре 800–1000 °С). Затем, после остывания золы и пепла, продукты сжигания перевозятся для захоронения на полигоны твердых бытовых отходов. Основные преимущества этого метода состоят в возможности использования его для всех разновидностей медицинского мусора, уменьшение объема продуктов на 90 %. Кроме того, предварительной подготовки отходы не требуют.

Стопроцентное и высококачественное сжигание медицинских отходов в печах достигается за счет полностью автоматизированного процесса термического уничтожения, обеспечения точных технологических параметров и автоматического контроля. Благодаря этому влияние человеческого фактора практически сведено к нулю, что гарантирует полную безопасность печей для сжигания медицинских отходов и исключает возможные ошибки в процессе утилизации.

В отличие от муфельных печей, инсинераторы обладают следующим недостатком. В результате использования данного устройства окружающая природная среда загрязняется ртутью и ее соединениями. Ртуть — сильнодействующий нейротоксин, ослабляющий двигательные, сенсорные и ряд других функций. В настоящий момент загрязнение ртутью представляет собой проблему практически для каждой страны.

Помимо этого, инсинераторы являются накопителями и источниками рассеивания значительных количеств других тяжелых металлов, таких как свинец, кадмий, мышьяк и хром, а также других вредных веществ (не диоксины): галогенсодержащие углеводороды, парниковые газы, кислотные пары, которые являются предшественниками кислотных дождей, негативно влияющих на окружающую среду и на здоровье живых существ [3].

Многочисленные исследования показывают, что имплементация камер дожига в инсинераторы не оказывает существенного влияния на распад диоксинов. Декомпозиция полихлор производных дибензодиоксида ( $C_{12}H_4Cl_4O_2$ ) в камере дожига (даже при соблюдении так называемые правила «2-х секунд», в течение которых диоксины должны находиться в зоне

сверхвысокой температуры) свидетельствует о том, что компоненты распада способны вновь объединяться в опасные ксенобиотики после охлаждения. Более того, повышение температуры в камере дожигания приводит к испарению и увеличению концентраций металлов в отходящих газах инсинератора. Единственным подтвержденным методом безвозвратного захвата диоксинов является их адсорбция в угольных фильтрах.

Общая схема воздухоочистки после утилизации медицинских отходов в муфельной печи следующая. Дымовые газы покидают печь очень горячими, поэтому первой ступенью идет охлаждение газопотока. Снижение температуры может быть достигнуто несколькими способами:

- использование контактных или бесконтактных теплообменников/холодильников;
- подмешивание атмосферного воздуха (увеличивается объем очищаемой среды, но – снижается сложность газоочистных мероприятий);
- направление потока на охлаждение в испарительные колонны.

Следующим этапом является отсечение от потока пылевых, зольных и иных механических частиц крупной дисперсности. Пыле- и золоулавливание может проводиться в циклонах или рукавных фильтрах. Циклоны имеют несколько меньшую эффективность, чем рукавные фильтры, но они более удобны в эксплуатации. Возможное попадание горячих газов в циклонный пылеуловитель не приводит к негативным последствиям для его нормального функционирования, в отличие от рукавных фильтров, где такой выброс может повредить или сжечь рукавный материал. В том случае, если в сжигаемом субстрате высоко содержание поливинилхлорида, то для захвата больших количеств диоксинов необходима установка адсорбера/угольного фильтра. Далее, в зависимости от конкретных условий термообработки, поток направляется на химическую очистку в пенный абсорбер или скруббер с псевдоожиженным слоем, где в активном абсорбенте, (обычно — щелочного типа), происходит поглощение газообразных компонентов потока.

Последней ступенью газоочистного тракта выступает дымосос. Необходимость установки дымососа обуславливается наличием пневмогидравлического сопротивления газоочистного комплекса, структура газопотока и фильтрующих элементов которого не позволяет газам под естественным давлением проходить через очистные аппараты. Дымосос, установленный в конце схемы очистки, обеспечивает прохождение загрязненной среды сквозь очистную инфраструктуру с требуемой скоростью [4].

Таким образом, метод утилизации медицинских отходов путем сжигания их в муфельных печах, который активно используется в наших условиях, имеет следующие недостатки: необходимость применения и обслуживания сложного газоочистного комплекса, возможность образования диоксинов в процессе сжигания медицинских отходов, а также накопление и рассеивание в окружающую среду тяжелых металлов. При разработке нового оборудования для термической утилизации медицинских отходов необходимо устранить отмеченные недостатки.

### Список литературы

1. Будников, Г. К. Диоксины и родственные соединения как экотоксиканты / Г. К. Будников // Соросовский журнал. — 1997. — № 8. — С. 38–44.
2. Парфенюк, А. С. Диоксины: проблема техногенной безопасности технологий термической переработки углеродистых отходов / А. С. Парфенюк, С. И. Антонюк, А. А. Топоров // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2002. — № 6. — С. 40–44.
3. Установка по сжиганию медицинских отходов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://goload.ru/ustanovka-po-szhiganiyu-meditsinskih-otvod-2/>.
4. Способ дезинфекции медицинских отходов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://mes-pfo.ru/stati/osnovnyie\\_sposoby\\_diezinfektsii\\_mieditsinskikh\\_otkhodov](https://mes-pfo.ru/stati/osnovnyie_sposoby_diezinfektsii_mieditsinskikh_otkhodov).