

ВВЕДЕНИЕ

В ГУП МосНПО "Радон" разработана и внедрена технология плазменно-пиролитической переработки твердых отходов, в том числе радиоактивных, бытовых, токсичных и медицинских отходов классов А – Г сложного морфологического состава, содержащих как горючие, так и негорючие (до 40-50 масс. %) компоненты. В отличие от традиционных технологий сжигания горючих отходов, продуктом которых является зола, непригодная для размещения на полигонах твердых бытовых и промышленных отходов, плазменный метод прямой переработки радиоактивных отходов позволяет получать в одну стадию и с максимальным коэффициентом сокращения объема стеклоподобный конечный продукт.

Высокотемпературная термическая переработка отходов с жидким шлакоудалением позволяет провести полное разложение биологически и химически опасных компонентов отходов при достижении максимального коэффициента сокращения объема поступающих отходов и фиксацию опасных материалов в конечном стеклоподобном материале.

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Область применения плазменно-пиролитической технологии, разработанной в ГУП МосНПО «Радон»:

- переработка твердых медицинских отходов, образующихся в результате деятельности клинических и лечебно-профилактических медицинских учреждений;
- переработка биологических отходов, образующихся в результате проведения медицинских и биофизических исследований;
- переработка фармацевтических отходов: просроченных лекарственных средств, конфискованной медицинской продукции (включая наркотические и сильнодействующие медикаменты) и контрафактных лекарств.

ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАЗМЕННО-ПИРОЛИТИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ

В ГУП МосНПО «Радон» создана опытно-промышленная установка «Плутон» плазменно-пиролитической переработки твердых отходов производительностью 200-250 кг/ч.

Основой установки является печь шахтного типа, состоящая из шахты и плавителя, узлов загрузки отходов и слива шлакового расплава. В своде плавильной камеры размещены два плазмотрона мощностью 100-150 кВт каждый, которые обеспечивают температуру расплава 1500-1700 °С. В нижней торцевой части плавителя имеется сливное устройство, состоящее из сливного блока со сливным каналом, установленного горизонтально, и стопора, запирающего сливной канал в процессе разогрева плавителя и по окончании слива. Шахтная печь установки «Плутон» выполнена из огнеупорных и теплоизолирующих материалов с наружной облицовкой стальным листом.

Отходы с помощью конвейера через шибберные устройства узла загрузки попадают в верхние слои шахты, заполненной перерабатываемым материалом. Опускаясь под действием силы тяжести, перерабатываемый материал нагревается за счет тепла отходящих газов, движущихся навстречу движению столба материала в шахте печи. В

верхних и средних слоях шахты отходы проходят стадии сушки за счет тепла отходящих газов и пиролиза при отсутствии свободного кислорода, сопровождающиеся интенсивным газовыделением. Органические остатки отходов и тугоплавкие неорганические составляющие поступают в нижние слои шахты – зону горения коксового остатка и плавления шлака.

Шлаковый расплав накапливается в плавильной ванне, где он гомогенизируется, перегревается и через узел слива направляется в бокс приемки расплава. Шлак сливается в непрерывном или периодическом режиме в металлические контейнеры, устанавливаемые в приемном боксе. Температура шлакового расплава в ванне печи достигает 1600-1800 °С, при этом температура отходящих газов на выходе шахтной печи не превышает 250–300 °С. Такой градиент температур по высоте шахты достигается за счет поглощения тепла перегретых газов плавителя процессами пиролиза и сушки отходов, одновременно обеспечивается удержание наиболее летучих радиоактивных и химически токсичных компонентов (тяжелых металлов) в средних и верхних слоях отходов в шахтной печи.

Пиролизные газы из шахты печи направляют в камеру дожигания, где горючие газовые и аэрозольные компоненты пирогаза подвергаются глубокому окислению при температуре 1100–1300 °С.

Далее отходящие газы охлаждаются, очищаются от аэрозолей в рукавном фильтре, и вредных газообразных компонентов (HCl , NO_x , SO_2) в скруббере, орошаемом циркулирующим по контуру щелочным раствором. Перед выбросом в атмосферу отходящие газы проходят дополнительную санитарную очистку в абсолютном фильтре.

Источниками нагрева печи и камеры дожигания служат дуговые плазмотроны постоянного тока электрической мощностью 100-150 кВт, установленные в подовой части печи над ванной, в качестве плазмообразующего газа используется сжатый воздух. Плазмотроны разработаны в ГУП МосНПО "Радон", для их питания используются тиристорные и конденсаторные источники постоянного тока.

Процесс в подовой части печи проводится в окислительной атмосфере, что способствует полному уничтожению органических компонентов шлака и получению более однородного продукта.

По своей структуре получаемый в плазменном процессе плавленный шлак близок к вулканическому стеклу, доля кристаллических включений, основными из которых являются щелочные алюмосиликаты, в аморфной матрице не превышает 10÷15 %. Содержание оксида алюминия в шлаке достигает 28 масс. %; оксида кремния – 60 %; оксида натрия – от 2,5 до 11 %. В плавленном шлаке надежно фиксируются как радионуклиды, так и оксиды тяжелых металлов, таких как свинец, никель, медь, цинк и др.

Шлаковый компаунд является чрезвычайно устойчивым к химическому воздействию материалом; скорость выщелачивания натрия из шлака в воду не превышает $5 \cdot 10^{-6}$ г/(см²·сутки). Скорость выщелачивания большинства других элементов, в том числе тяжелых металлов, еще ниже, поэтому плавленный шлаковый компаунд можно рассматривать как одно из самых надежных средств для консервации неорганических токсикантов.

Химическая стойкость шлака значительно превосходит химическую стойкость многих минеральных структур, например, дорожного щебня, поэтому полученный продукт может быть использован в качестве строительного материала.

В 2008 году было проведено обследование установки «Плутон» с целью определения содержания высокотоксичных органических (полихлорированные дибензо-п-диоксины и

дибензофураны, полициклические ароматические углеводороды, полихлорированные бифенилы) и неорганических компонентов (тяжелые металлы) в газовых выбросах в атмосферу с привлечением специалистов НПО «Тайфун», г. Обнинск. В результате обследования установлено, что содержание токсичных органических соединений и тяжелых металлов в газовых выбросах установки "Плутон" ниже европейских нормативов для установок сжигания отходов.

На установке «Плутон» перерабатываются совместно с другими твердыми отходами биологические отходы, в 2009 году успешно проведена переработка отходов фармацевтической промышленности и просроченных лекарственных средств и препаратов.

ОСНОВНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ДОСТОИНСТВА ПЛАЗМЕННО-ПИРОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ

- сравнительно невысокие удельные капитальные и эксплуатационные затраты;
- полное термическое разрушение опасных (химических, токсичных и инфицированных) материалов;
- повышение безопасности размещения на промышленном полигоне продукта переработки отходов благодаря их переводу в форму химически стойкого стеклоподобного шлака;
- значительное сокращение объема отходов в результате их термической переработки, существенное снижение нагрузки на окружающую среду.

ВНЕДРЕНИЕ ПЛАЗМЕННО-ПИРОЛИТИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ

В настоящее время ГУП МосНПО "Радон" совместно с рядом научных и проектных центров России участвует в реализации проектов по созданию плазменных комплексов переработки радиоактивных, бытовых и промышленных отходов как в России, так и за рубежом.

В 1995 году выполнен технический проект на установку плазменной переработки медицинских отходов производительностью до 80 кг/ч для фирмы PROMETRONTechnicsCorp., Япония. Разработка защищена патентом № 96114826 "Устройство для переработки токсичных отходов".

Завершены работы по созданию демонстрационного комплекса плазменной переработки бытовых отходов производительностью до 500 кг/ч в Израиле, комплекс успешно прошел испытания и пущен в эксплуатацию в 2007 году. Эксплуатация комплекса плазменной переработки бытовых отходов в г. Хайфа, Израиль, продемонстрировала эффективность разработанного в ГУП МосНПО «Радон» плазменного метода при обращении с нерадиоактивными отходами. При плазменной переработке бытовых отходов в Израиле достигнуты коэффициенты сокращения первоначального объема отходов, превышающие 100.

ВЫВОДЫ

1. В ГУП МосНПО "Радон" ведется промышленная переработка плазменным методом твердых отходов сложной морфологии, включая биологические отходы, на установке "Плутон".

2. Использование плазменно-пиролитической технологии переработки твердых отходов позволяет максимально сокращать объемы получаемых в результате переработки продуктов, провести полное разложение биологически и химически опасных компонентов отходов с получением шлакового компаунда, обладающего высокой механической прочностью и химической стойкостью, надежно консервирующего неорганические токсиканты .

3. Проведена успешная переработка плазменно-пиролитическим методом фармацевтических и медицинских отходов.

4. Плазменно-пиролитическая технология может быть эффективно применена для переработки бытовых и медицинских отходов.