

MOBILE PLASMA SYSTEMS. VARIANTS OF CONSTRUCTIONS, OPERATION AND COMPARATIVE ANALYSIS

A. Mosse¹, G. Savchenko², A. Karengin³, V. Vlasov³, V. Sauchyn¹,
A. Levashov³

¹Arc Plasma Department, A.V. Lykov Institute of Heat and Mass Transfer of the NAS of Belarus, Brouka st. 15, 220072 Minsk, Belarus, mosse@itmo.by, v.sauchyn@gmail.com

²TechEcoPlasma ltd., Bahrushina str. 15-1, 115054 Moscow, Russia, geos2@rambler.ru

³Tomsk Polytechnic University, Lenin ave.30, 634050 Tomsk, Russia

Накопление отходов и необходимость их переработки в определенной степени периодический процесс. Особенно это относится к малым и средним предприятиям, для которых создание собственных устройств, для переработки отходов экономически не целесообразно. Решение проблемы возможно путем сбора и транспортировки в пункты централизованной переработки; созданием мини – установок на конкретном предприятии; создание собственных мобильных систем или использование их на условиях аренды.

Мобильность конструкции установки (компоновка установки в цельнометаллическом контейнере - реакторный модуль, газоочистка, модули систем обеспечения и дополнительные устройства), обеспечивает удобство транспортировки, минимум монтажных работ на месте, возможность гибкой коррекции технологических параметров установки (с минимальными затратами на адаптацию установки к условиям конкретного предприятия - по составу и объему перерабатываемых отходов и т.п.). В основу работы мобильных систем заложен принцип максимальной автономности их работы. Работоспособность установок обеспечивается как от источников постоянного энергоснабжения - сети переменного тока, так и от автономных источников, в качестве которых могут использоваться серийно выпускаемые дизель-генераторы. Газоснабжение установки воздухом обеспечивается работой собственного компрессора и воздуходувки. Система охлаждения обеспечивается работой водяного насоса, бака и теплообменника.

Фирмой E.S.T. Ltd, при участии Plasmactor Co. Ltd, введена в эксплуатацию опытно-промышленная плазменная установка по утилизации токсичных химических отходов. Монтаж установки выполнен в 20-и футовом транспортируемом автомобильном контейнере. Установка предназначена для переработки широкого спектра органических и неорганических отходов, легко адаптируется к переработке различных видов отходов. Основными преимуществами данной системы являются ее мобильность, простота и безопасность при сборке и эксплуатации,

незначительные эксплуатационные расходы. Второй вариант установки выполнен в виде отдельного плазменного модуля, а для очистки отходящих газов, используются системы, существующие на конкретном предприятии. В промышленном масштабе на различных предприятиях химической промышленности уже в течение нескольких лет эти установки используются для реализации процессов переработки хлористого метилена (CH_2Cl_2), метилхлорида (CH_3Cl), BU heavies (отходы химического производства), Rimon heavies (отходы химического производства) и других отходов.

Томский политехнический университет (г. Томск, РФ) предлагает утилизацию и обезвреживание жидких органических отходов (ЖОО) осуществлять в условиях неравновесной каталитически активной воздушной плазмы электрических разрядов, в виде диспергированных горючих водо-топливных композиций при рабочих температурах горения не менее 1200°C , чтобы не допустить образования различных вредных и токсичных органических загрязняющих веществ (ЗВ).

Технологический процесс реализован в установке плазмо-каталитической утилизации нефтяных шламов, и может быть использован для переработки и обезвреживания различных ЖОО. В общем случае установка представляет собой функциональное объединение двух блоков: генераторный блок (высокочастотный генератор плазмы) и технологический блок.

Для реализации программы «Создание предприятия по изготовлению плазмотермических комплексов (стационарных и мобильных), предназначенных для уничтожения опасных токсичных отходов», компанией «ТехЭкоПлазма» (Москва, РФ) выполнена работа по проектированию и изготовлению опытного образца мобильной плазменной установки для переработки токсичных отходов - МПУ-01/50. Мощность установки 50 кВт, производительность по перерабатываемым отходам до 50 кг/час. Установка предназначена для переработки газообразных и жидких отходов различного происхождения (токсичные галогеносодержащие отходы, пестициды с истекшим сроком годности, стойкие органические загрязнители (CO_3), реакционные массы, образующиеся при уничтожении конверсионных отходов и др.). Технология переработки отходов с использованием мобильной установки заключается в их термической деструкции низкотемпературной плазмой (нейтральной, окислительной, восстановительной) при значениях среднemasсовых температур - $1500\div 1700^\circ\text{K}$, последующей закалкой продуктов разложения воздухом или водой, охлаждении, очистке отходящих газов и последующей утилизацией продуктов очистки. Установка прошла испытания с использованием имитационных составов содержащих химические элементы, аналогичных составу фосфор- и

хлорорганических пестицидов. Результаты испытаний показали соответствие установки экологическим нормативам.

На установку получены: разрешение Ростехнадзора на применение установки на опасном производственном объекте, санитарно-эпидемиологическое заключение на технические условия, заключение промышленной безопасности, разрешение Ростехнадзора на применение установки на химически и взрывоопасных промышленных объектах.

Последующая модификация установки – модуль детоксикации – контейнер ДТ на автомобиле КАМАЗ-6350, для токсичных жидких и твёрдых отходов, в составе подразделения мобильных установок для ликвидации чрезвычайных ситуаций. Детоксикация твёрдых и жидких отходов также производится термическим методом, когда источником энергии являются плазмотроны, создающие температуры, при которых токсичные составляющие отходов разлагаются до безвредных газообразных веществ. Мощность и производительность установки МЧС-ДТ такая же, как у МПУ-01/50. Процесс плазмотермической детоксикации происходит в реакторе, состоящем из трёх последовательных камер. Первая камера предназначена для первичной термической обработки отходов. Твёрдые отходы подаются на под камеры, который покрыт газопроницаемым слоем битых огнеупоров. Через слой проникает горячий воздух, нагретый плазмотроном. Влага отходов испаряется, органическая часть сгорает, минеральная часть в виде мелких фракции уносится с продуктами горения. Минеральный остаток на поду камеры удаляется вручную при завершении процесса. Жидкие отходы подаются форсункой в объём первой камеры. Влага испаряется, а органическая часть частично сгорает, а частично поступает во вторую камеру дожигания, в которой установлен второй плазмотрон. Поскольку в газообразных продуктах отходов могут содержаться газообразные кислоты и токсичные окислы, во вторую камеру форсункой подаётся раствор щёлочи для нейтрализации этих веществ и получения нетоксичных солей.

Высокотемпературные дымовые газы охлаждаются воздухом в третьей камере реактора до температуры $80\div 90^{\circ}\text{C}$ и попадают в вытяжной вентилятор. Так как разбавление газов осуществляется воздухом в пропорции 1:10, смесь представляет собой практически окислитель с содержанием кислорода 19-20% - поэтому примерно 10% смеси возвращаются в процесс в виде окислителя органики. Остальное через систему газоочистки выбрасывается в атмосферу.

Выполнен сравнительный анализ разработанных и изготовленных мобильных плазменных устройств, предназначенных для переработки и уничтожения токсичных отходов различного происхождения. Сделаны рекомендации и заключения о целесообразности их использования.