

О.О. Савченко, к.т.н., И.С. Балинский, к.т.н., доц., В.И. Мандрус, к.т.н., доц.

ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СТАНЦИЙ

В статье описан техногенно безопасный, компактный и экономический метод нагревания природного газа высокого давления перед процессом дросселирования на газораспределительных станциях.

Ключевые слова: техногенная безопасность, газораспределительные станции, нагревание газа перед дросселированием, дросель-эффект Джоуля-Томсона, энергетический разделитель.

O.O. Savchenko, Candidate of Science (Engineering), I.S. Balinskiy, Candidate of Science (Engineering), Docent, V.I. Mandrus, Candidate of Science (Engineering), Docent

IMPROVEMENT OF ANTHROPOGENIC SAFETY AND RELIABILITY OF GAS-DISTRIBUTION STATION WORK

In the article the safe, compact and economic method of heating the high-pressure natural gas is described technogenic before the process of throttling on the gas-distribution stations.

Key words: technogenic safety, gas-distributing stations, gas heatings before diminishing of pressure, effect of Dzhoul-Tomson, power delimitter

УДК 628.477

Н.В. Нечипорук к.т.н., С.А. Вамболь, к.т.н., С.И. Планковский к.т.н., А.М. Ляшенко, к.т.н. (Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Университет гражданской защиты Украины)

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННОЙ ГАЗИФИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ УТИЛИЗАЦИИ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКЕ

Рассмотрены вопросы утилизации деталей летательных аппаратов, изготовленных из композиционных материалов методом плазменной газификации. Предложена двухступенчатая система очистки газовых выбросов от вредных компонентов.

Ключевые слова: плазменная газификация, композиционные материалы, двухступенчатая система

Введение. Хранение и утилизация отходов является наиболее острой проблемой для нашей страны. Причем на сегодняшний день наиболее актуальны вопросы переработки отходов потребления – изделий и материалов, утративших свои потребительские свойства в результате физического или морального износа. Для аэрокосмической промышленности такими отходами являются снятые с производства и вооружения самолеты и вертолеты, ракеты и боеприпасы, а также комплексы и оборудование, применяемое для обслуживания данной техники.

В настоящее время наблюдается тенденция к внедрению новых и модернизированных летательных аппаратов (ЛА), которые должны более эффективно выполнять задачи по поддержанию обороноспособности государства, а также осуществлять грузовые и пассажирские перевозки как внутри страны, так и за ее пределы. Это позволяет, например, заменить эксплуатируемые в настоящее время самолеты, уже зачастую выработавшие свой ресурс, на более новые.

Морально устаревшая авиационная техника, еще не выработавшая свой ресурс, может быть направлена на выполнение второстепенных задач, что позволяет им полностью отработать положенный срок. Полностью выработавшие свой ресурс самолеты и другие ЛА подлежат утилизации и списанию.

Места хранения отходов аэрокосмической промышленности, а именно военные базы, арсеналы, склады, полигоны для испытаний, являются техногенно-опасными объектами.

Состояние вопроса. Выбор промышленного метода утилизации летательных аппаратов зависит от целого ряда факторов. Среди них: обеспечение экономической эффективности процесса утилизации, безопасности жизнедеятельности, и, конечно же, экологической безопасности.

В настоящее время в мире наметилась тенденция использования плазмотронов для переработки промышленных, бытовых и медицинских отходов. За счет высокой температуры, которую обеспечивают плазмотроны, можно значительно улучшить глубину переработки отходов и снизить количество вредных выбросов. Плазменная газификация отходов (такое название метода встречается в зарубежных источниках) заключается в их термическом разложении на простые безвредные вещества в высокотемпературной струе плазмотрона.

Чтобы подчеркнуть актуальность данной темы применительно к авиационно-космической технике, необходимо отметить следующее. В последние годы широкое применение получили детали летательных аппаратов, изготовленные из композиционных материалов (КМ). Очевидно, что в жизненный цикл любого изделия, наряду с изготовлением и эксплуатацией, входит и его утилизация. Но для изделий из КМ технологии переработки отработаны в недостаточном объеме, либо не отработаны вообще. Учитывая тот факт, что компоненты связующих КМ в большинстве случаев являются веществами токсичными, и их утилизация требует определенных условий, то плазменная переработка является жизнеспособной альтернативой для существующих технологий.

Уровень температур в реакционной зоне 1600°C и выше позволяет вести глубокую переработку веществ до простейших соединений, исключить жесткие требования к подготовке отходов для переработки, устранить образование оксидов азота и существенно снизить затраты на очистку отходящих газов. При переработке отходов реализуется высокотемпературный пиролиз органической части с получением калорийного синтез-газа для последующего его сжигания в энергетических котлах. Неорганическая составляющая отходов в виде жидкого шлака является экологически чистым товарным продуктом, например, для строительных работ. Плавление зольного остатка позволяет получить химически инертные остеклованные вещества.

Термодинамический анализ процесса плазменной переработки отходов показал возможность образования оксидов металлов и смеси паров кислот в условиях воздушного, инертного и восстановительного теплоносителя. Во всех случаях газовая фаза, кроме плазмообразующего газа, содержит также H_2O , HF и HCl , которые могут быть легко сконденсированы.

Метод плазменной газификации позволяет разложить компоненты связующих КМ вместе с армирующими материалами (после дробления, измельчения) до безвредных веществ. При этом вредные выбросы в атмосферу являются минимальными, так как высокотемпературная плазма разлагает даже такие вещества, как диоксины и фураны.

Особенности плазменных технологий, применительно к переработке отходов, дают ряд преимуществ таких, как: возможность переработки отходов без их предварительной классификации и дробления, а также с большим содержанием неорганических компонентов.

При этом установка для плазменной переработки отходов должна состоять из следующих основных блоков (рис. 1):

- плазмотрона;
- плазменного реактора;
- системы подачи сырья в плазменный реактор;
- технологического блока, предназначенного для охлаждения и очистки отходящих газов;
- системы энергообеспечения установки, которая включает в себя систему электроснабжения установки, поджига плазмотрона, газо- и водоснабжения, а также дистанционного контроля и управления рабочими параметрами установки.

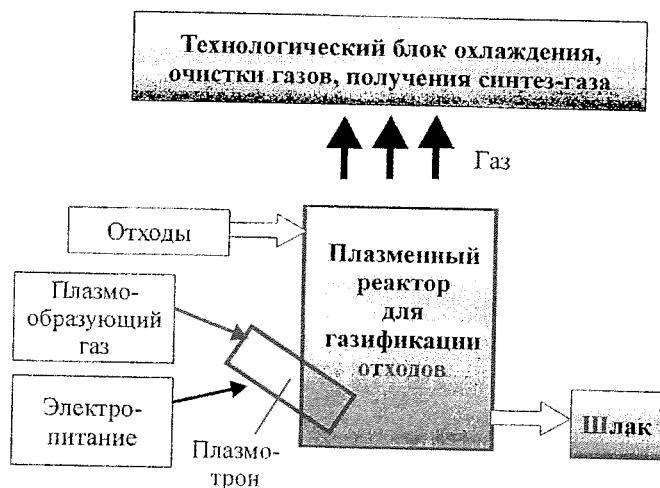


Рис. 1. Схема плазменной газификации отходов

При переработке углеродсодержащих отходов реализуется высокотемпературный пиролиз органической части с получением калорийного синтез-газа для последующего его сжигания в энергетических котлах. Неорганическая составляющая отходов в виде жидкого шлака является экологически чистым товарным продуктом (в отличие от шлака, получаемого при обычном сжигании на мусоросжигательных заводах, который имеет, как правило, степень токсичности выше, чем у самих утилизируемых отходов). Плавление зольного остатка позволяет получить химически инертные остеклованные вещества.

Задачи утилизации летательных аппаратов и пути их решения. Существуют самые разнообразные модификации плазмотронных установок, принцип их конструкции и порядок работы заключается в следующем: основной технологический процесс происходит в камере, внутри которой находятся два электрода (катод и анод), обычно из меди, вольфрама, углерода, иногда полые. В камеру под определенным давлением в заранее установленных количествах поступают отходы, кислород и топливо, может добавляться водяной пар. В камере поддерживаются постоянное давление и температура. На выходе из камеры стоит блок для охлаждения и очистки газов.

Основной проблемой при плазменной переработке отходов является малый ресурс работы электродов в технологических плазмотронах вследствие сильной эрозии материала электродов. Это приводит к необходимости замены катодов и анодов через цикл работы оборудования. Кроме того, при работе плазмотрона потребляется большое количество энергии. Таким образом, одной из задач безопасной утилизации является решение вопросов стойкости катода и анода плазматрона, простоты в изготовлении и экономичности при эксплуатации.

В настоящее время в Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» на основе опыта разработки электрореактивных двигателей космических летательных аппаратов ведутся работы по созданию плазмотронов с ресурсом на уровне нескольких тысяч часов непрерывной работы (рис. 2).

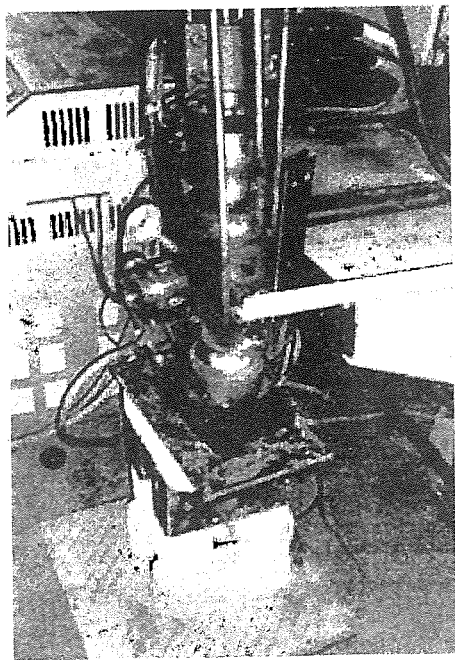


Рис. 2. Экспериментальная установка для плазменной газификации отходов

В качестве основной выбрана схема с термоэмиссионным катодом. В ходе исследований разработаны новые высокотемпературные эмиссионные материалы с высокой стойкостью к отравлению атмосферным воздухом на базе составов вида ВахМеуМеуОв. Выбор режимов подачи защитного газа ведется на основе критерия обеспечения докритических значений парциального давления активных газов. Значение этого давления для каждого из рекомендуемых эмиссионных материалов определены в ходе испытаний на отравляемость.

Для проведения ресурсных испытаний разработанных плазмотронов была разработана методика их проведения на слаботочных функциональных моделях. В ходе продолжающихся испытаний термокатод из разработанного материала проработал в среде аргона свыше 2000 часов, что подтверждает принципиальную возможность создания высокоресурсных плазмотронов на базе разработанных технических решений.

Другой задачей утилизации летательных аппаратов с учетом критерия экологичности является обеспечение очистки продуктов сгорания перед их выбросом в атмосферу.

Для решения этой задачи предлагается применение двухступенчатой очистки, представленной на схеме (рис. 3).

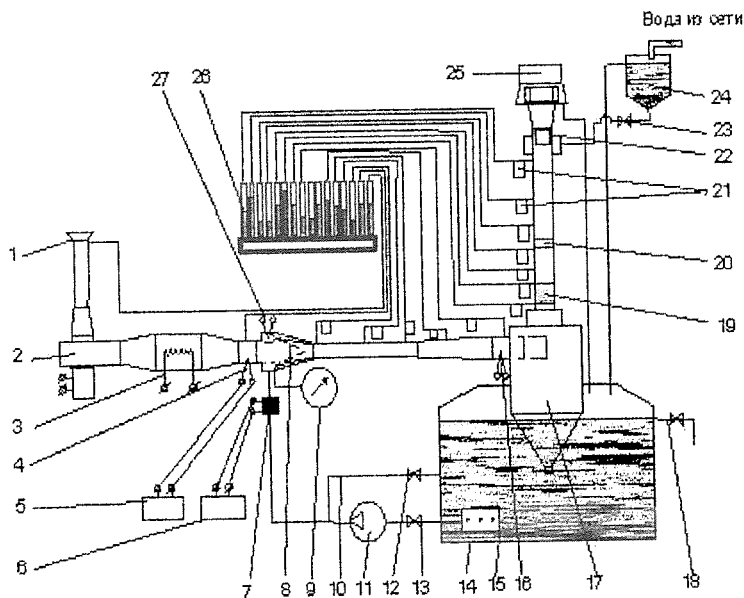


Рис. 3. Схема экспериментальной установки для очистки выбросов

1 - коллектор; 2 - вентилятор; 3 - нагреватель; 4, 16, 27 - термометры; 5 - цифровой вольтметр Ф-30; 6 - частотомер ЧЗ-34; 7 - турбинный расходомер; 8 - жидкостно-газовый эжектор; 9 - манометр; 10 - перелускной канал; 11 - водяной насос; 12, 13, 18, 23 - краны; 14 - фильтры; 15 - бак; 17 - циклон; 19 - засоритель; 20 - диафрагма; 21 - разделительные емкости; 22 - тонкостенная вставка; 24 - бачок постоянного уровня; 25 - кашеуловитель; 26 - батарейный манометр

В первой ступени очистка происходит в жидкостно-газовом струйном компрессоре (ЖГСК). ЖГСК, кроме очистки газа от конденсированных частиц, повышает его давление до значения, достаточного до подачи газа во вторую ступень.

В качестве второй ступени целесообразно использовать циклонно-пенный аппарат или его разновидность – эмульсионный фильтр-эмульгатор. Он характеризуется высокой степенью очистки, малым гидросопротивлением, потребляет небольшое количество воды, прост в эксплуатации.

Функционирование системы ЖГСК – эмульгатор обеспечивается водяным насосом. Схемное решение системы очистки предполагает реализацию оборотного водоснабжения. Для удаления вредных веществ, которые могут появиться в воде, следует предусмотреть систему периодической либо постоянно действующей водоочистки, аналогичной тем, которые применяют при очистке воды в энергетике, металлургии, системах централизованного и оборотного водоснабжения в жилищно-коммунальном хозяйстве и других отраслях промышленности.

Выводы:

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Основными преимуществами применения плазменных технологий для утилизации вредных и опасных отходов являются возможность переработки отходов без их предварительной сортировки, а также с большим содержанием неорганических компонентов.

2. В ходе проведения комплекса теоретических и экспериментальных работ подтверждена принципиальная возможность создания мощных плазмотронов для задач переработки отходов с ресурсом на уровне нескольких тысяч часов работы. Такой уровень ресурсных характеристик позволяет создавать на базе полученных результатов плазменное оборудование для промышленной переработки отходов.

3. Предложенная система ЖГСК – эмульгатор позволяет эффективно очистить газовые выбросы от вредных газообразных компонент при использовании соответствующих растворов в качестве рабочей жидкости.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Нечипорук Н.В. Утилизация отходов методом плазменной газификации / Н.В. Нечипорук, С.И. Планковский, В.Н. Кобрин, В.В. Вамболь // Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии: Сб. науч. трудов. – Х.: Нац. аэрокосмический ун-т «ХАИ», 2007. – Вып. 34. – С. 208–211.

2. Власов В.А. Переработка техногенных отходов в условиях низкотемпературной плазмы ВЧ разряда / В.А. Власов, С.А. Сосновский, И.А. Тихомиров. – Томск: Томский политехнический университет.

Н.В. Нечипорук, к.т.н., С.А. Вамболь, к.т.н., С.І. Планковский, к.т.н., А.М. Ляшенко, к.т.н.

ЗАСТОСУВАННЯ ПЛАЗМОВОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ В ПРОЦЕСІ УТИЛІЗАЦІЇ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ, ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В АВІАЦІЙНІЙ ТЕХНІЦІ

Розглянуто питання утилізації деталей літальних апаратів, виготовлених з композиційних матеріалів методом плазмової газифікації. Запропоновано двоступінчасту систему очищення газових викидів від шкідливих компонентів.

Ключові слова: плазмова газифікація, композиційні матеріали, двоступінчаста система