

УДК 621.783

J. = OZcñebg, соискатель;
G. I . *Dmag_ph*) доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

К ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТЕРМИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ ОБЪЕКТА ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ

*Ij_èh`g kihkh[kgb`gby hfZahZgby kZb ijb kbZgbb kj_àl\ bgbñmZevghc aZsblu
(dhklxf E-1F)\ mklZghd_ l_jfbq_kdhñ h[aj_bZgby .*

Ключевые слова: уничтожение химического оружия, твердые промышленные отходы, сажеобразование, полнота сгорания отходов

Процесс термического обезвреживания (сжигания) твердых отходов, образующихся при работе объекта уничтожения химического оружия, является важнейшей составляющей технологии уничтожения любой разновидности химического оружия [1]. К установкам термического обезвреживания отходов на объектах уничтожения химического оружия предъявляют особые требования по минимизации выброса ими загрязняющих веществ в атмосферу и по повышению производительности установок. Оба эти аспекта могут быть охарактеризованы в том числе и такими параметрами, как количество золы, образующейся при термическом обезвреживании отходов, а также эффективностью системы очистки дымовых газов.

Однако эффективность системы очистки дымовых газов оценивается, в основном, по таким показателям, как объемы оксидов азота и углерода, наличие или отсутствие диоксинов [2].

На основании опытных экспериментальных работ, проведенных на установке по термическому обезвреживанию твердых отходов, содержащих в своем составе каучук и резину, было выявлено выделение значительного количества сажи, которая загрязняет поверхности аппаратов системы очистки дымовых газов и внутренние поверхности самой печи. При этом выделение сажи, как показал анализ результатов экспериментальных исследований, практически не зависит от количества сгораемого материала. Исходя из этого был сделан вывод, что определяющую роль в процессах образования сажи играет режим функционирования печи: причинами неполного сгорания резиновых изделий могли быть как недостаточно высокая температура в камере сгорания, так и недостаток кислорода воздуха.

Для компенсации недостатка кислорода воздуха трудно предложить какое-либо адекватное решение проблемы, поскольку конструктивные особенности печи установки термического обезвреживания твердых отходов не позволяют повысить расход воздуха без нарушения ряда важных технологических параметров ее функционирования, в частности, разряжения внутри печи.

Повышение температуры в камере сгорания также невозможно, поскольку скорость подъема температуры поддона, на котором размещаются сжигаемые материалы (отходы), постоянна и определяется требованием поддерживать определенный температурный режим стенок печи. Однако представляется возможным замедлить момент начала горения резиносодержащих отходов путем размещения поверх них иных сгораемых материалов, не образующих выраженных осадков сажи.

На объектах утилизации химического оружия к резиносодержащим отходам следует отнести резиновые сапоги, шлем-маски, средства индивидуальной защиты Л-1М. На таких объектах наиболее доступным материалом, который не образует при сжигании осадков сажи, является ветошь. Именно тление и горение ветоши способно отсрочить момент воспламенения, параметр прорезиненной ткани Л-1М, в результате чего контакт этой ткани с топочными газами произойдет при более высокой температуре. В результате удастся повысить температуру, при которой происходит окисление резины, и, следовательно, окисление углерода достигает большей глубины.

Эксперименты по сжиганию костюмов Л-1М проводились в печи марки ТХ 800. Целью экспериментов являлось достижение полного сгорания резины, что позволило бы увеличить массу загрузки печи костюмами Л-1М и, следовательно, увеличить производительность печи при уничтожении данного вида отходов. При проведении экспериментов было заложено время, которое отходы будут находиться в камере сгорания, равное шести часам. В случае обнаружения в зольных остатках на поддоне несгоревших частей Л-1М время выдержки предполагалось увеличивать.

По окончании каждой операции отбирались пробы шлама, которые анализировались методом газожидкостной хроматографии на наличие боевых отравляющих веществ.

За 30 минут до удаления поддона из камеры сгорания в камеру охлаждения отбирались пробы слабого солевого раствора из скрубберов системы очистки дымовых газов. Для отображенных проб определялась кислотность (РН), плотность, соледержание, концентрации ионов сульфата и фосфата. Изменение этих параметров в ходе работы установки может свидетельствовать о качественных изменениях характеристик функционирования систем очистки дымовых газов установки термообезвреживания твердых отходов.

Для наблюдения за возможным появлением сажи часть отобранного солевого раствора использовалась для определения содержания взвешенных частиц.

В ходе проведения работ осуществлялся мониторинг состава очищенных дымовых газов, выбрасываемых в дымовую трубу. Концентрация отдельных компонентов газовых выбросов определялась газоанализатором MIR 9000, установленным на выходе газов в дымовую трубу. В ходе экспериментов термическому уничтожению подвергались не только прорезиненные костюмы Л-1М, но и пластмассовые пробки и кольца.

В таблице представлены порядок и количество загруженного материала, подлежащего термическому обезвреживанию на установке термического обезвреживания.

После получения первых результатов экспериментов, которые показали отсутствие явных признаков выделений сажи (низкое содержание взвешенных частиц по данным анализа, визуально светлый слабый солевой раствор) следующие операции производились с той же загрузкой комплектами М-1Л, но без укрывающей ветоши. В ходе этих операций были также достигнуты положительные результаты. Дальнейшие опыты со средствами индивидуальной защиты в направлении повышения загрузки, чтобы выявить предельную производительность печи ТХ 800 по данному виду отходов, которая составила 180 кг на одну загрузку. Средняя масса шлама, полученного в ходе сжигания Л-1М, составляет 0,26 от массы исходного материала.

Состав и порядок загрузки отходов в подовую печь

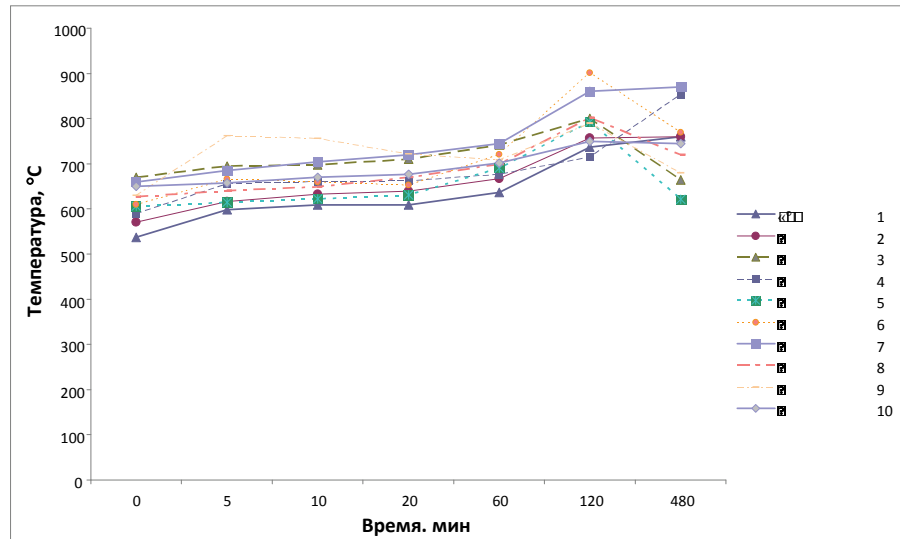
№ операции	День и время начала операции	День и время завершения операции	Вид отходов	Масса загруженных отходов, кг	Масса полученной золы, кг
1	1-й день 20:50	2-й день 8:00	пробки и кольца	210,0	35,0
2	2-й день 9:15	2-й день 20:50	Л-1М/ветошь	30,0/110,0	12,0
3	2-й день 22:40	3-й день 11:00	Л-1М/ветошь	60,0/50,0	16,5
4	3-й день 11:15	4-й день 1:00	Л-1М/ветошь	60,0/30,0	16,0
5	4-й день 2:30	4-й день 13:30	Л-1М	60,0	15,0
6	4-й день 14:10	5-й день 4:00	Л-1М	60,0	15,5
7	5-й день 07:00	5-й день 16:30	Л-1М	90,0	25,0
8	6-й день 09:35	6-й день 19:40	пробки	194,0	36,0
9	6-й день 22:30	7-й день 11:00	пробки	150,0	30,0
10	7-й день 12:05	8-й день 01:40	Л-1М	180,0	45,0
1–10	1-й день 20:50	8-й день 01:40	Итого	1 284,0	246,0

При операциях с пластмассовыми коробками и кольцами основное внимание обращалось на полноту сгорания материала, а также на возможность совместного уничтожения этих отходов. Были проведены эксперименты как с отдельной, так и с совместной загрузкой пробок и колец. В опытах 1, 8, 9 были достигнуты следующие соотношения шлам/отходы: 0,167; 0,2; 0,186. Средняя масса шлама составила 0,184 от массы исходного материала. Производительность печи по данному виду отходов составила 180–200 кг на одну загрузку.

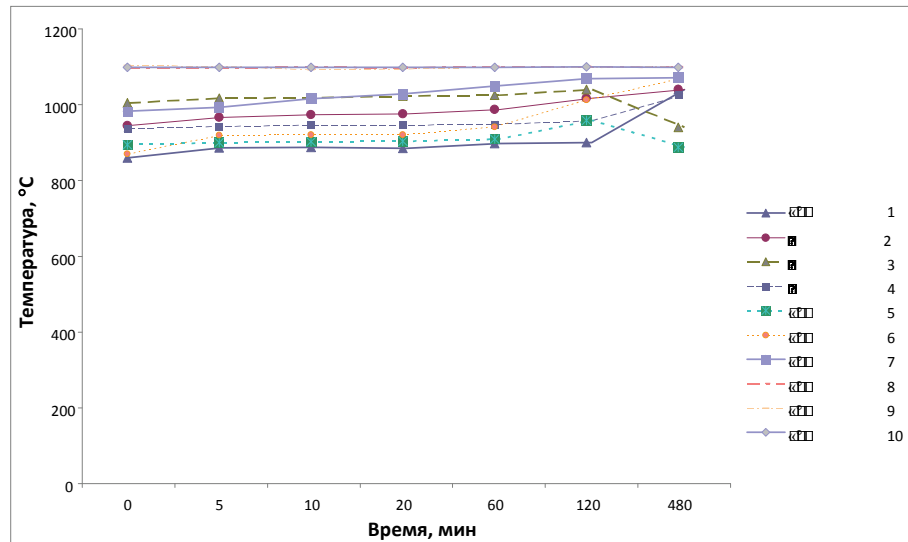
Эксперименты показали, что температурные режимы в печи (в камере сгорания и в камере дожигания) в ходе различных операций оставались достаточно стабильными, что обеспечивало равные условия процесса термического обезвреживания отходов для всех операций, что особенно важно на начальном этапе в момент самовозгорания материалов. Температурные режимы приведены на рис. 1 и 2.

Однако, как показано на рис. 3, разряжение в печи не всегда оставалось стабильным на протяжении процесса сжигания, но в целом было близко к регламентным показателям.

По результатам экспериментальных исследований можно констатировать, что в ходе процесса сжигания отходов во всех операциях удалось добиться достаточно медленного воспламенения отходов. Это было обусловлено тем, что на начальном этапе каждой операции концентрация кислорода практически была равна атмосферной, но затем, по мере усиления процесса горения отходов, она снижается, как показано на рис. 4. Такое медленное воспламенение позволило избежать появления несгоревшего углерода в виде сажи, что имело место ранее при проведении аналогичных работ.



Лбк. 1. Температурный режим в камере сгорания печи



Лбк. 2. Температурный режим в камере дожига печи

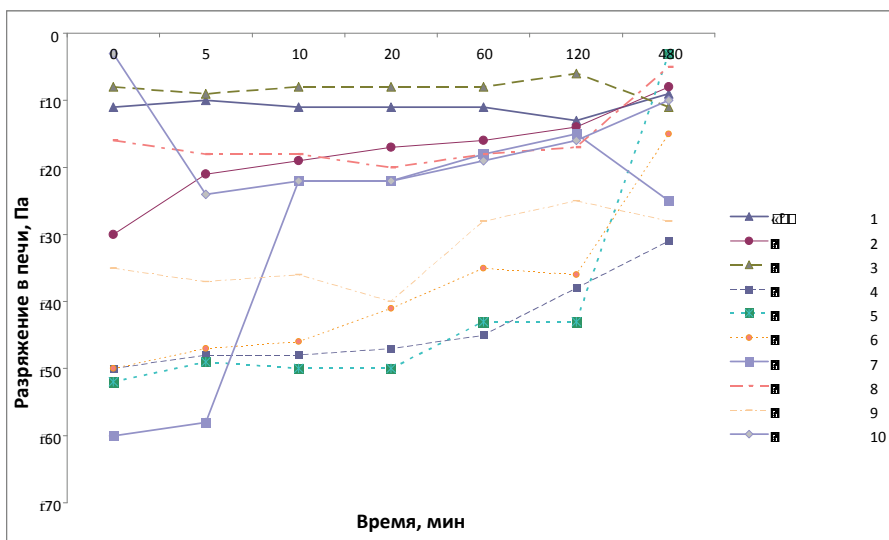


Рис. 3. Разряжение в печи при проведении операций по термообезвреживанию отходов

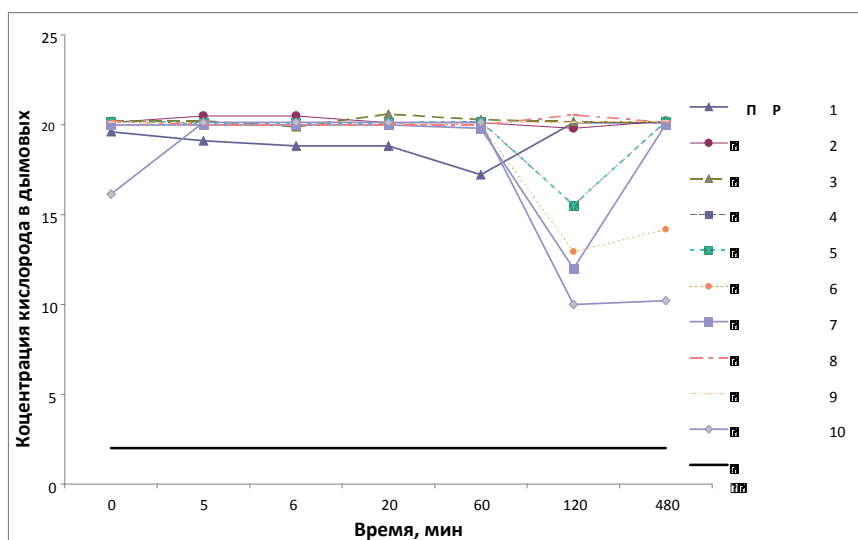


Рис. 4. Содержание кислорода в дымовых газах при проведении операций по термообезвреживанию отходов

Концентрация окиси углерода, диоксида азота оставалась для всех операций ниже предельно допустимой величины, указанной в регламенте. Так, концентрация диоксида азота находилась в диапазоне 0÷14 мг/м³ вне зависимости от количества и состава материала, подвергаемого термическому воздействию.

В ходе проведения работ не было зафиксировано присутствие диоксида серы в дымовых газах на уровне, превышающем чувствительность прибора.

Концентрация фтористого водорода в ходе опытов находилась ниже предельно допустимого уровня.

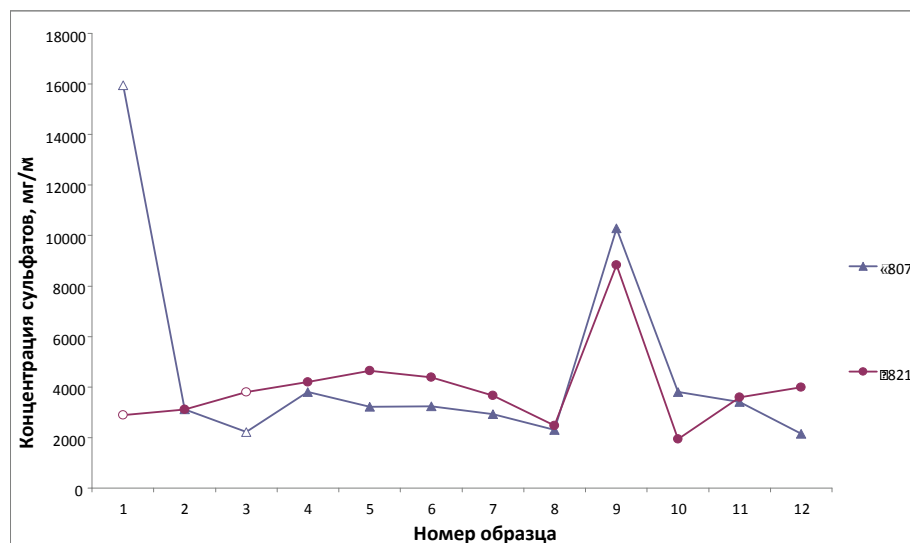


Рис. 5. Содержание сульфатов в слабом солевом растворе по окончании операций по термическому уничтожению отходов

Химический анализ слабого солевого раствора выявил, что показатель pH не имел значительных изменений для различных операций, наблюдалось стабильное содержание сульфатов. Однако следует отметить постепенный рост концентрации сульфат-иона в серии опытов со средствами индивидуальной защиты Л-1М, как показано на рис. 5, поскольку прорезиненная ткань содержит существенное количество серы. Сульфат-ионы накапливались в слабом солевом растворе и достигали максимума к операции № 9, где количество отходов достигало максимума в 90 кг.

Из сказанного можно сделать следующие выводы:

1) по подавляющему большинству показателей в процессе термического обезвреживания отходов установка термического обезвреживания показала стабильную работу, система очистки дымовых газов доказала свою эффективность;

2) время выдержки поддона в камере сгорания печи ТХ 800 не должно быть меньше 8 часов, при этом температурные режимы функционирования печи должны быть в соответствии с регламентом.

Список литературы

1. Млбг : . X ., I_ljmgbg < . : ., DZiZrbg < . I . Совершенствование технологий уничтожения химического оружия в Российской Федерации // Федеральные и региональные проблемы уничтожения химического оружия : информ.-аналит. сб. Вып. 5–6. – М. : РАН, 2005. – С. 194–201.
2. ОZmēbg J. = . Влияние геометрии канала аппарата быстрого охлаждения в установке термического обезвреживания на условия образования диоксидов // Надежность и качество : тр. междунар. симп. [Пенза, 21–31 мая 2007 г.] : в 2 т. / под ред. Н. К. Юркова. – Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. – Т. 1. – С. 229–232.

R. G. Haibulin, Applicant, Izhevsk State Technical University

N. P. Kuznetsov, Doctor of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University

On Optimization of Thermal Neutralization Process of A Firm Waste of Chemical Weapon Destruction

A way is offered how to decrease generation of soot when individual protective equipment E-IM is burnt in a thermal detoxication facility.

Keywords: destruction of chemical weapon, solid industrial wastes, generation of soot, completeness of waste combustion

Получено: 26.01.11

УДК 629.76.03

□ < . Of_e_Z , кандидат технических наук, доцент;

№ . : . MjZaZolbg , доктор технических наук, профессор

Воткинский филиал Ижевского государственного технического университета

ОТКАЗ КАК СЛЕДСТВИЕ РАЗВИТИЯ КРИТИЧЕСКИХ СИТУАЦИЙ ЭЛЕМЕНТОВ РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ*

Важнейшие направления исследований в области надежности ракетной техники связаны с изучением причин возникновения отказов элементов ракетной техники. В настоящее время одним из основных направлений исследований является изучение причин возникновения отказов элементов ракетной техники.

Ключевые слова: отказ, критические ситуации, математическая модель, диагностика

За отказ принято считать событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта [1]. Ему предшествуют в большинстве случаев критические ситуации, которые часто называют предотказным состоянием, возникновение которого большинство исследователей определить в общем случае затрудняются [2].

Сами отказы обычно классифицируют по трем группам.

К первой группе относятся поражающие факторы ядерного взрыва, а также атмосферного воздействия, износ. Во вторую группу входят отказы, связанные с нарушением установленных процессов изготовления, норм проектирования и конструирования, а также условий эксплуатации. Третья группа – это отказы, вызванные случайным разбросом характеристик, ограниченностью сроков службы составных элементов, а также неблагоприятные сочетания режимов работы или условий эксплуатации.

Сегодня для определения отказов используются такие способы, как визуальный осмотр, использование средств диагностики и информации (смысловой, символьной). Однако у отдельных элементов сложных технических систем этими способами затруднительно определить отказ. К таким элементам, в частности, относятся воспламенительные устройства (ВУ) ракетных двигателей твердого топлива (РДТТ). В них применение по назначению происходит в течение нескольких секунд в случае, когда необходимо осуществить запуск дистанционного управления (ДУ). Всё остальное время ВУ РДТТ находится в состоянии технической эксплуа-

© Хмелева А. В., Уразбахтин Ф. А., 2011

* Статья написана в рамках реализации федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.