

УДК 662.3

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ ПРОБЛЕМЫ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ ТОКСИЧНЫХ ПРОДУКТОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОТИВОПЕХОТНЫХ МИН

Банишевский В.В., Маренец М.А., Буллер М.Ф., Щербань В.В., Белова Л.А.

Государственный научно-исследовательский институт химических продуктов, г. Шостка

Введение. Присоединившись к Оттавской конвенции "Про заборону застосування, накопичення запасів, виробництва і передачі протипіхотних мін та про їхнє знищення" Україна взяла на себе четкие обязательства за четыре года полностью уничтожить имеющиеся в Украине запасы противопехотных мин. С учетом того, что противопехотные мины типа ПМН в Украине утилизированы ранее, под действие Оттавской конвенции попадает весь запас противопехотных фугасных мин типа ПФМ. Утилизация мин ПФМ по сравнению с утилизацией других боеприпасов имеет ряд особенностей, обусловленных конструкцией боеприпасов, требованиями технической и экологической безопасности. Кроме специфики технической, разработчиков технологий утилизации мин ПФМ резко ограничивают и требования Европейской комиссии, как по методам утилизации, так и по охране труда и экологической безопасности.

Цель работы. Исследование комплексного метода нейтрализации токсичных выбросов от противопехотных мин. Выполнение всех требований приводит к тому, что практически единственным методом утилизации мин типа ПФМ может быть метод контролируемого сжигания мин с очисткой и обезвреживанием продуктов сгорания.

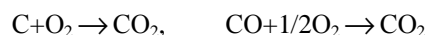
Анализ и результаты исследований. Мина типа ПФМ имеет полиэтиленовый корпус, 40 грамм взрывчатого вещества и взрыватель. При сжигании мины горение быстро переходит во взрыв, поэтому можно считать, что мы имеем дело с продуктами взрыва. Нами, на основании реакций взрывного разложения материала мин, рассчитан теоретически возможный состав продуктов взрыва. Основные токсичные компоненты выбросов при утилизации противопехотных фугасных мин типа ПФМ методом взрывного сжигания следующие:

- аэрозоль свинца Pb;
- оксид сурьмы Sb_2O_3 , хлорсодержащее соединение сурьмы $SbCl_3$;
- оксиды азота NO , NO_2 , N_2O_5 и др.;
- хлор Cl_2 , кислородсодержащие соединения хлора;
- сероводород H_2S ;
- хлороводород HCl ;
- цианистый водород HCN ;
- сера S , диоксид серы SO_2 ;
- углерод, сажа C ;
- оксид углерода CO .

Поскольку основные компоненты токсичных продуктов взрыва находятся как в газообразном, так и в конденсированном твердом состоянии, то

меры по нейтрализации выбросов должны быть комплексными. Нами проанализирована соответствующая литература [1–8], и на основании проведенного анализа выбран подход к решению данной проблемы. Нейтрализация может быть осуществлена с использованием следующих методов: высокотемпературного дожига, поглощения продуктов сгорания с помощью оксида кальция, водных растворов соды и гидроксидов кальция.

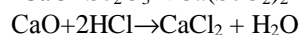
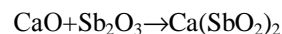
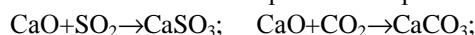
При высокотемпературном дожиге (700–1000 °C) происходит полное окисление сажи, доокисление оксида углерода до углекислого газа



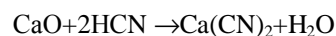
Одновременно аэрозоль свинца окисляется до его оксида $Pb + O_2 \rightarrow PbO_2$, возможно и образование сульфида свинца $Pb + S \rightarrow PbS$, окисляющегося при нагревании до труднорастворимого в воде сульфата свинца $PbSO_4$.

Данные процессы сопровождаются образованием нерастворимых либо труднорастворимых соединений с высокой температурой плавления.

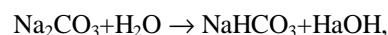
При использовании в качестве реагента гранулированного или мелкодисперсного оксида кальция CaO происходит поглощение и нейтрализация кислых компонентов газообразных выбросов



Кроме того, оксид кальция взаимодействует с циановодородом

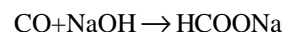


При использовании в качестве реагента раствора соды Na_2CO_3 химические реакции обусловлены тем, что сода в водном растворе гидролизует по схеме

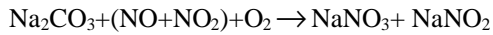


где $NaOH$ обеспечивает щелочность среды.

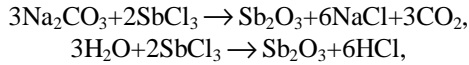
Известно также, что оксид углерода CO при повышенных температурах (120 °C) подвергается гидратации в присутствии щелочи с образованием формиата натрия, и таким образом CO поглощается. Реакция протекает по схеме:



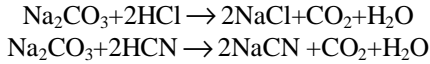
Также раствор соды имеет способность поглощать нитрозные газы (смесь NO и NO_2) с образованием солей натрия и выделением CO_2 :



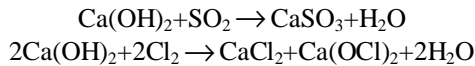
Раствор соды нейтрализует и хлорсодержащие соединения сурьмы:



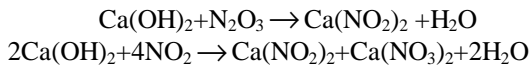
а также хлороводород и циановодород:



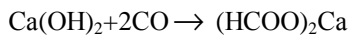
Использование суспензии гидроксида кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ позволяет провести доочистку (нейтрализацию) газовых выбросов за счет поглощения остаточных кислотных газов, хлора:



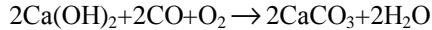
Оксиды азота в присутствии $\text{Ca}(\text{OH})_2$ преобразуются до солей



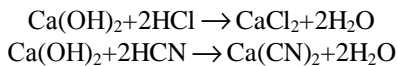
Оксид углерода CO подвергается гидратации и в присутствии раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ с образованием формиата



В присутствии кислорода воздуха реакция протекает с образованием карбоната



Раствор $\text{Ca}(\text{OH})_2$ поглощает хлороводород и цианистый водород, таким образом их нейтрализует



Необходимо также отметить, что реализация данных методов химической очистки продуктов выбросов на практике предусматривает применения конструкционно доступного оборудования, а именно: печей дожигания, абсорберов, отстойников, шламонакопителей.

Выводы. Проанализирован химический состав продуктов взрыва противопехотных фугасных мин типа ПФМ и установлены токсичные компоненты выбросов.

Рассмотрены возможности нейтрализации токсичных компонентов выбросов с использованием методов химической очистки, применение которых позволит минимизировать экологический вред, наносимый внешней среде.

Предложен комплексный подход к решению проблемы нейтрализации выбросов, включающий высокотемпературный дожиг, поглощение продуктов сгорания с помощью твердого фильтра, заполненного оксидом кальция, а также пенного фильтра (абсорбера), заполненного водными растворами соды и гидроксида кальция.

Таким образом, использование комплексного подхода к проблеме нейтрализации токсичных продуктов взрывного сжигания противопехотных фугасных мин позволит свести к минимуму тот экологический ущерб, без которого, очевидно, решение данной проблемы невозможно.

Перспектива дальнейших работ в данном направлении будет определяться принятием соответствующих государственных решений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Банишевский В.В. У опасной черты. Проблема утилизации боеприпасов в Украине // Defense Express. – 2003. – № 11. – С. 26 – 30.
2. Реми Г. Курс неорганической химии: В 2 т. – М.: Мир, 1974.
3. Некрасов Б.Н. Основы общей химии: В 3 т. – М.: Химия, 1970.
4. Химическая энциклопедия: В 5 т. – М.: Советская энциклопедия, 1988.
5. Пыжов А.М., Никитенко В.В., Иоганов К.М. Обезвреживание продуктов взрыва, образующихся при уничтожении капсулей // Взрывчатые материалы и пиротехника. – 1993. – Вып. 1 – 2 (226 – 227). – С. 30 – 33.
6. Забелин Л.В., Гафиятуллин Р.В., Кузьмицкий Г.Э. Защита окружающей среды в производстве порохов и твердых ракетных топлив. – М.: ООО "Недра – Бизнесцентр", 2002. – 174 с.
7. Вавельский М.М., Чабан Ю.М. Защита окружающей среды от химических выбросов промышленных предприятий. – Кишинев: Молдов. НИИНТИ, 1990.
8. Пальгунов П.П., Сумароков М.В. Утилизация промышленных отходов. – М.: Стройиздат, 1990. – 352 с.

Статья поступила 7.03.06 г.
Рекомендовано к печати д.т.н., проф.
Фоминим С.П.