

## Особенности расснаряжения и уничтожения артиллерийских химических боеприпасов, снаряжённых люизитом

© 2011. В. Б. Кондратьев, д.т.н., ген. директор, В. В. Шелученко, к.т.н., зам. ген. директора, М. В. Корольков, нач. отделения, В. Г. Ратушенко, к.т.н., нач. отделения, В. С. Глебов, нач. лаборатории, Н. А. Костикова, к.х.н., нач. отдела, А. В. Куткин, к.х.н., в.н.с., В. А. Семёнова, м.н.с., С. А. Сухоцкая, н.с., Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии, e-mail: dir@gosniiookht.ru

Разработана эффективная и безопасная технология расснаряжения артиллерийских химических боеприпасов в снаряжении люизитом, заключающаяся в последовательном выполнении следующих операций: вскрытие корпусов, эвакуация люизита с использованием специально разработанной герметизирующей эвакуационной головки, промывка корпусов N-метилпирролидоном, дегазация внутренней поверхности корпусов рецептурой РД-4М, промывка корпусов 5%-ным водным раствором гидроксида натрия, термдегазация расснаряжённых корпусов и их необратимая деформация. Разработанная технология легла в основу «Исходных данных на проектирование производства по уничтожению химических боеприпасов, снаряжённых люизитом, в пос. Кизнер Удмуртской Республики».

The effective safe technology of dismantling artillery chemical munitions containing lewisite was developed. The technology includes the consecutive execution of the following operations: munition disclosure, evacuation of lewisite using a special evacuation device, washing of munition internal surface with N-methylpyrrolidone, decontamination of munition internal surface using decontamination receipt RD-4M, washing munition internal surface with 5% water solution of sodium hydroxide, thermal decontamination and irreversible deformation of dismantled munitions. The developed technology became the basis of «Raw data for designing destruction manufacture of chemical munitions containing lewisite in Kizner, Udmurtiya».

**Ключевые слова:** химическое оружие, уничтожение химического оружия, люизит, боеприпасы, дегазация, детоксикация, утилизация, расснаряжение

**Key words:** chemical weapon, chemical weapon destruction, lewisite, munitions, decontamination, detoxication, utilization, dismantling

Люизит (β-хлорвинилдихлорарсин) – отравляющее вещество (ОВ) первого поколения, хранился на трёх объектах по хранению на территории России: в пос. Горный Саратовской области, г. Камбарка и пос. Кизнер Удмуртской Республики. В настоящее время люизит, хранившийся в пос. Горный и г. Камбарка в стационарных емкостях объёмом 38 и 50 м<sup>3</sup>, полностью уничтожен, что подтверждено сертификатами международной организации по запрещению химического оружия (ОЗХО). В отличие от вышеуказанных двух объектов по хранению и уничтожению химического оружия (ХО), люизит, хранящийся на объекте в пос. Кизнер Удмуртской Республики, находится в артиллерийских боеприпасах калибра 122 мм и 152 мм, что накладывает существенные трудности на процесс его извлечения и дегазации внутренних поверхностей корпусов боеприпасов [1].

Основная сложность, определяющая особенности расснаряжения и уничтожения ар-

тиллерийских химических боеприпасов, снаряжённых люизитом, состоит в выделении ацетилена при действии на люизит дегазирующими рецептурами, такими как водный раствор гидроксида натрия или полидегазирующая рецептура РД-4М [2,3]. Как известно, ацетилен обладает пожаровзрывоопасными свойствами, что требует неукоснительного соблюдения норм и правил промышленной безопасности.

Объект по уничтожению ХО на территории Кизнерского района Удмуртской Республики предназначен для уничтожения боеприпасов, снаряжённых зарином, зоманом, ОВ типа Vx и люизитом. Запасы боеприпасов, снаряжённых люизитом, составляют всего около 2% общего количества ОВ, подлежащих уничтожению на объекте по уничтожению ХО. Таким образом, разработка и создание агрегата расснаряжения только для боеприпасов в снаряжении люизитом представляются экономически целесообразными и,

учитывая то, что уничтожение боеприпасов с люизитом производится после завершения программы уничтожения боеприпасов в снаряжении фосфорорганическими отравляющими веществами (ФОВ), была проведена модернизация разработанного агрегата расснаряжения для боеприпасов такой же номенклатуры, но в снаряжении ФОВ с целью его безопасного и эффективного использования для уничтожения боеприпасов в снаряжении люизитом.

Расснаряжение боеприпасов (БП) включает в себя следующие основные операции:

- вскрытие БП методом сверления;
- эвакуацию люизита с помощью вакуума;
- однократную промывку корпуса N-метилпирролидоном;
- дегазацию внутренней поверхности БП рецептурой РД-4М;
- промывку корпусов 5%-ным водным раствором гидроксида натрия;
- термодезазацию расснаряжённых корпусов БП;
- необратимую деформацию корпусов БП.

В технологический процесс уничтожения артиллерийских боеприпасов входят также стадии подготовки к очистке сточных вод, очистки абгазов и вентвоздуха, подготовки к утилизации твёрдых и жидких отходов производства [4, 5].

Эвакуированное из боеприпасов ОВ и отработанная дегазирующая рецептура направляются на стадию детоксикации. Полнота детоксикации люизита определяется остаточным содержанием люизита в реакционной массе не более  $5 \times 10^{-2}$  % масс.

Отработка процесса расснаряжения боеприпасов с люизитом проводилась сначала на имитаторе ОВ и макетах боеприпасов, а потом на реальных образцах боеприпасов на объекте по уничтожению ХО в пос. Кизнер Удмуртской Республики. В результате изучения этого процесса были определены оптимальные технологические параметры процесса расснаряжения, детоксикации люизита и переработки образующейся РМ.

В целом, агрегат расснаряжения представляет собой модернизированный агрегат модели 1291, доработанный для обеспечения расснаряжения артиллерийских снарядов калибра 122 и 152 мм, снаряжённых люизитом. При создании агрегата учитывалась необходимость обеспечения безопасности агрегата с учётом наличия ацетилена внутри корпуса боеприпаса и в продуктах детоксикации люизита.

Для контроля воздушной среды внутри защитной камеры агрегата расснаряжения на

позициях вскрытия и дегазации предусмотрены приборы, определяющие концентрацию ацетилена в воздухе. При превышении допустимой концентрации ацетилена внутри камеры агрегата расснаряжения срабатывают сигнализация и блокировки всех узлов, а вытяжная вентиляция обеспечивает увеличенный воздухообмен в камере агрегата расснаряжения.

Узел эвакуации ОВ агрегата расснаряжения также доработан с целью более благоприятных условий для течения жидкостей с высокой вязкостью, к которым относится люизит. Электрооборудование агрегата выполнено во взрывобезопасном исполнении, которое обеспечивает условия для безопасного расснаряжения боеприпасов.

При помощи оборудования поточных линий расснаряжения можно выполнять в автоматическом режиме следующие технологические операции:

- транспортирование боеприпасов по линии;
- идентификацию боеприпаса по геометрическим размерам;
- шлюзование боеприпаса при передаче из помещения II группы в помещение I группы опасности;
- взвешивание боеприпаса перед расснаряжением и регистрацию массы;
- сдваивание попарной подачи подлежащих расснаряжению боеприпасов в агрегат расснаряжения;
- сверление отверстия в боеприпасах с удалением образующейся стружки в контейнеры с дегазирующим раствором;
- эвакуацию люизита из боеприпасов в промежуточный сборник с последующим заполнением корпусов боеприпасов N-метилпирролидоном на 70% полного объёма боеприпаса, кантованием боеприпаса и эвакуацией растворителя в промежуточный сборник;
- заполнение корпусов боеприпасов дегазирующей рецептурой РД-4М на 70% полного объёма боеприпаса с последующим кантованием корпусов боеприпасов и эвакуацией отработанной дегазирующей рецептуры в реактор детоксикации;
- заполнение корпусов боеприпасов 5%-ным водным раствором гидроксида натрия на 80% полного объёма боеприпаса с последующим кантованием корпусов боеприпасов и эвакуацией отработанной щелочи в сборник. Промывка щелочным раствором проводится во избежание создания

в корпусе боеприпаса при его термодегазации взрывоопасной концентрации легко воспламеняющихся жидкостей, входящих в состав рецептуры РД-4М;

- извлечение боеприпасов из агрегата расснаряжения и установку на просверленные отверстия пластмассовых пробок;
- взвешивание пустых корпусов боеприпасов и регистрацию массы;
- подачу корпусов на позицию кантователя с поворотом корпуса из горизонтального положения в вертикальное;
- поштучную перекладку корпусов боеприпасов манипулятором-перекладчиком из кантователя на транспортный поддон с последующей передачей поддона с корпусами на термообработку с помощью трансбордерной тележки.

Стоит отметить, что операции по расснаряжению боеприпасов проводятся в автоматическом режиме без непосредственного участия работающего персонала с использованием всех необходимых для безаварийной работы блокировок. Для обеспечения безопасности при вскрытии боеприпасов узел вскрытия боеприпаса доработан таким образом, что до начала вскрытия зона вскрытия и сверло размещаются в изолированном герметизированном объёме, в который подаётся азот, отводимый в систему очистки абгазов.

Вторая технологическая позиция агрегата расснаряжения предназначена для эвакуации люизита, промывки корпуса боеприпаса N-метилпирролидоном и дегазации рецептурой РД-4М. Операции эвакуации, заполнения и слива растворителя и дегазирующей рецептуры проводятся за счёт вакуума, создаваемого в промежуточной ёмкости или в реакторе детоксикации. Во время слива содержимого корпус боеприпаса заполняется азотом.

Для выполнения указанных операций эвакуационная герметизирующая головка имеет два канала: один – для слива ОВ, а другой – для подачи в корпус азота во время слива или налива реагента для промывки корпуса. Обязательным условием перед проведением эвакуации является контроль герметичности соединения эвакуационной головки с корпусом боеприпаса, которая оценивается по скорости падения вакуума в линии эвакуации после перекрытия соответствующего клапана.

В целях исключения попадания стружки, по каким-либо причинам оставшейся в корпусе боеприпаса, в элементы трубопроводной системы и реакторов, эвакуируемая из боепри-

паса жидкость проходит сначала (до приборов и клапанов) через магнитный сепаратор.

Третья технологическая позиция в агрегате расснаряжения предназначена для обработки корпуса боеприпаса водным щелочным раствором для отмытки корпуса от остатков реакционной массы, содержащей легко воспламеняющиеся жидкости, и разрушения мышьякорганических соединений до солей. Операции на этой позиции выполняются аналогично описанным выше операциям по промывке реагентом. После агрегата расснаряжения два корпуса боеприпаса перемещаются по конвейеру на позицию запрессовки в отверстие на корпусе боеприпаса пластмассовой пробки перед его подачей на термообработку с целью исключения попадания паров люизита в воздушную среду агрегата расснаряжения.

Завершающими операциями процесса уничтожения химических боеприпасов являются термодегазация остаточных количеств ОВ, сохранившихся в микропорах и в лакокрасочном покрытии корпусов, и приведение корпусов в состояние, исключающее возможность их повторного использования как ХО. Одновременно с упомянутыми процессами происходит сгорание мастичных пробок. Для выполнения этих операций предусматривается автоматизированная поточная линия, которая состоит из транспортной системы и агрегата термической обработки.

Процесс термодегазации корпусов проводится путём их нагревания до температуры не ниже 700 °С на внутренних элементах конструкции корпуса и выдержки при этой температуре в течение часа. Для обеспечения заданной производительности, исходя из оптимальных условий работы, в печи установлена максимальная температура, равная 900 °С. Нагрев поддонов с корпусами осуществляется последовательно в трёх зонах, отличающихся разной интенсивностью подвода тепла к нагреваемым изделиям.

Для дожигания газов, выходящих из камеры агрегата термической обработки, предусмотрена камера дожигания. В камере дожигания при температуре 1100–1200 °С обеспечивается полное сгорание печных газов (время пребывания печных газов в камере дожигания не менее 0,5 с).

Таким образом, есть все основания утверждать, что разработанная технология расснаряжения артиллерийских боеприпасов в снаряжении люизитом обеспечит их эффективное и безопасное уничтожение с соблюдением всех мер по охране окружающей среды и технике безопасности.

На основании проведённых работ ФГУП «ГосНИИОХТ» в соответствии с действующими нормами были разработаны «Исходные данные на проектирование производства по уничтожению химических боеприпасов, снаряжённых люизитом, в пос. Кизнер Удмуртской Республики».

## Литература

1. Открытый электронный журнал «Химическое разоружение». <http://chemdisarm.ru>.
2. Уткин А.Ю., Холодова В.А., Чеботаев В.В., Куткин А.В., Костикова Н.А. Химия и технология уничтожения «вязкого» люизита // Рос. хим. ж. 2007. Т. LI. № 2. С. 19–23.
3. Куткин А.В., Холодова В.А., Чеботаев В.В., Костикова Н.А., Уткин А.Ю. Особенности технологии уни-

чтожения вязкого люизита на объекте по уничтожению химического оружия в г. Кизнер Удмуртской Республики // «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия»: Тез. докл. 3-й научно-практ. конф. М. 2006. С. 54.

4. Ратушенко В.Г. Основные принципы и технические решения обеспечения безопасности при расснаряжении химических боеприпасов на объектах по уничтожению химического оружия // «Научно-технические аспекты обеспечения безопасности при уничтожении, хранении и транспортировке химического оружия»: Тез. докл. 1-й научно-практ. конф. М. 2003. С. 18.

5. Ратушенко В.Г. Технология расснаряжения боеприпасов с отравляющими веществами // Третьи публичные слушания по проблеме уничтожения химического оружия: Тез. докл. Курган. 1997. С. 65.

УДК 547.1-315; 66.094.49; 66.091.4

## Исследование химических процессов, протекающих при взаимодействии люизита и трёххлористого мышьяка с рецептурами на основе алкоголятов щелочных металлов

© 2011. А. В. Куткин, к.х.н., в.н.с., С. А. Сухоцкая, н.с., В. А. Семёнова, м.н.с., И. И. Сизов, м.н.с., Н. А. Костикова, к.х.н., нач. отдела, М. В. Корольков, нач. отделения, В. Б. Кондратьев, д.т.н., ген. директор, Государственный научно-исследовательский институт органической химии и технологии, e-mail: dir@gosniiocht.ru

Установлено, что основные компоненты технического люизита вступают во взаимодействие с изобутилатом калия с образованием в качестве основного продукта триизобутоксиарсина. Изучена стабильность и острая токсичность образующихся реакционных масс. Реакция люизита с изобутилатом калия положена в основу технологии уничтожения артиллерийских химических боеприпасов калибра 122 мм и 152 мм в снаряжении люизитом, разработанной ФГУП «ГосНИИОХТ» и реализуемой на объекте по хранению и уничтожению химического оружия в пос. Кизнер Удмуртской Республики.

It was stated that the main components of technical lewisite interacting with potassium izobutylate give triizobutoxyarsenite as the main product. The stability and toxicity of the reaction mass formed is studied. The reaction between lewisite and potassium izobutylate became the basis of the destruction technology of artillery munitions (122 mm and 152 mm calibre) equipped with lewisite. This technology was developed in «GosNIIOKHT» and is realized at the chemical weapon storage and destruction object in Kizner, Udmurtiya.

Ключевые слова: люизит, триизобутоксиарсин, детоксикация, дегазация, токсичность

Key words: lewisite, triizobutoxyarsenite, detoxication, decontamination, toxicity

Люизит, хранившийся на объектах в г. Камбарка Удмуртской Республики и пос. Горный Саратовской области, был уни-

чтожен с использованием технологии щелочного гидролиза [1] в периодическом ёмкостном реакторе (пос. Горный) или непрерыв-