

Безопасный процесс уничтожения боеприпасов сложной конструкции – от концепции до технологии

© 2015. В. П. Капашин¹, д.т.н., начальник, В. И. Холстов², д.х.н., директор, В. Г. Мандыч¹, к.т.н., зам. начальника, А. Ю. Кармишин³, к.т.н., начальник, И. В. Коваленко³, к.т.н., с.н.с., А. И. Краснянский⁴, генеральный директор,

¹Федеральное управление по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,

²Департамент реализации конвенционных обязательств Министерства промышленности и торговли Российской Федерации,

³Научно-исследовательский центр Федерального управления по безопасному хранению и уничтожению химического оружия,

⁴Открытое акционерное общество Научно-производственное предприятие «Химмаш – Старт»,

e-mail: fubhuho@mail.ru, x-st2008@yandex.ru

В статье рассмотрены этапы разработки концепции и создания технологии уничтожения боеприпасов сложной конструкции (БСК). Приведена принципиальная схема технологической линии уничтожения данного класса химических боеприпасов, которая включает выработку концепции безопасных и эффективных технологий уничтожения БСК (первый этап), разработку технологического оборудования для уничтожения БСК (второй этап) и разработку промышленных технологических линий для уничтожения БСК (третий этап). Технологические линии разборки и уничтожения БСК предложено разместить во вновь возведённых специализированных для этих целей производственных корпусах. Сложность проблемы уничтожения БСК, опыт разработки технологических линий разборки и уничтожения данного типа химических боеприпасов свидетельствует о том, что отечественные предприятия имеют необходимый научно-технический потенциал для решения такой сложной задачи.

The article describes the stages of developing the concept and creating technologies for complex design munitions (CDM) destruction. The schematic diagram of the production line of CDM destruction is shown, it includes developing the concept of safe and effective CDM destruction technologies (the first stage), developing process equipment for CDM destruction (the second stage), and developing industrial production lines for the CDM destruction (the third stage). It is suggested to place the technological lines of decommission and destruction of CDM in the new industrial buildings specialized for this purpose. The complexity of the problem of CDM destruction, the experience in developing technological lines of decommissioning and destructing chemical munitions of this type shows that domestic enterprises have all the necessary scientific and technical equipment for solving this complex problem.

Ключевые слова: боеприпасы сложной конструкции, опытный образец, технологическая линия.

Keywords: complex construction ammunition, sample, technological line.

Наряду с обычными химическими боеприпасами на объектах хранения находятся боеприпасы сложной конструкции (БСК), которые перед уничтожением требуют разборки в специализированных заводских условиях. Для уничтожения или утилизации составных частей БСК необходима разработка промышленных технологий, проектирование, изготовление специальной оснастки и создание соответствующих производственных мощностей в составе объектов по уничтожению химического оружия (ХО) [1].

Новизна и сложность решаемой проблемы потребовали проведения ряда научно-исследовательских и опытно-конструкторских

работ (НИОКР), направленных на разработку технологий и технологического оборудования для уничтожения БСК.

Результаты выполненных НИОКР позволили разработать новые принципы уничтожения данного класса ХО, использовать их при разработке технологического оборудования, исходных данных на проектирование, а также осуществить проектирование и создание промышленных мощностей по уничтожению БСК [1].

Проблема промышленного уничтожения БСК была решена в несколько этапов.

Боеприпасы сложной конструкции, подлежащие уничтожению, представлены двумя

видами: авиационными боеприпасами и головными частями ракет. Общее количество авиационных боеприпасов составляет 10984 шт., а головных частей ракет – 133 шт. Совокупное содержание отравляющих веществ (ОВ) в БСК – 72,9 т, что составляет 0,18% от всех запасов ОВ в Российской Федерации.

Отличительная особенность БСК от других типов химических боеприпасов состоит в том, что данные боеприпасы являются окончательно снаряжёнными и содержат, помимо ОВ, разрывные заряды и средства инициирования. Конструктивные особенности данных боеприпасов не позволяют извлечь из них разрывные заряды и средства инициирования, что в свою очередь накладывает определённые проблемы на процесс извлечения ОВ из корпуса БСК. Это важное обстоятельство потребовало разработки новых методов, новых безопасных технологий и оборудования для их уничтожения.

Уничтожение БСК является неординарной технической задачей, решаемой впервые в мировой практике. Учитывая значительные сроки хранения данных боеприпасов и специфику их конструктивного исполнения для разработки и реализации процесса уничтожения БСК, необходимо было решить комплекс последовательно выполняемых научно-технических и технологических задач. В этой связи разработка технологии уничтожения БСК осуществлялась в несколько этапов.

**Первый этап решения проблемы уничтожения БСК.
Выработка концепции безопасных и эффективных технологий уничтожения БСК**

Первый этап (2001–2003 гг.) был направлен на обоснование подходов к принципам (концепции) решения задач по выбору безопасных и наиболее эффективных технологий уничтожения БСК. В рамках опытно-конструкторской работы (ОКР) по разработке и созданию промышленного комплекса разборки БСК была обоснована технология уничтожения БСК [1, 2]. Концепция (принципиальная технологическая схема) уничтожения БСК предусматривает следующие основные этапы (стадии) уничтожения изделий: ручная разборка изделий с извлечением из них составных частей, содержащих продукты наполнения и спецхимии; контроль технического состояния взрывателей в составе вкладных элементов; автоматизированное расснаряжение

элементов БСК (извлечение ОВ с дальнейшей его детоксикацией); безопасное тепловое инициирование взрывчатого вещества (ВВ) в расснаряженном элементе БСК (подрыв) и утилизацию продуктов подрыва; уничтожение всех составных частей изделий, содержащих продукты спецхимии, полученных в результате разборки изделий или хранящихся отдельно.

Кроме того, принципиальная технологическая схема предусматривает наличие на объектах по уничтожению БСК мест (помещений), предназначенных для складирования поступающих на уничтожение изделий, их растаривания, изоляции аварийных изделий и элементов, накопителей промежуточного хранения составных частей изделий между стадиями их уничтожения.

На первом этапе отдельно в рамках выполнения ряда научно-исследовательских работ решались задачи, направленные на обеспечение безопасности при проведении погрузочно-разгрузочных работ и транспортировании БСК, а также по организации обучения обслуживающего персонала.

Значительные сроки хранения данных боеприпасов и специфика их конструктивного исполнения потребовали проведения исследований по разработке основ безопасного и эффективного расснаряжения и уничтожения БСК и возможности сокращения технологической цепочки процесса уничтожения БСК, в том числе и аварийных, и повышения безопасности процесса [1, 2].

Полученные результаты исследований использовались при разработке и реализации технологических процессов по подготовке и доставке БСК с объектов по хранению на объекты по уничтожению ХО, а также при разработке и реализации технологических процессов по их уничтожению.

**Второй этап решения проблемы уничтожения БСК.
Разработка технологического оборудования для уничтожения БСК**

Второй этап работ (2004–2008 гг.) был направлен на разработку отдельных узлов технологического процесса уничтожения БСК авиационных химических боеприпасов. Понимая сложность проблемы по утилизации неразборных химических боеприпасов – элементов БСК, имеющих в своём составе ОВ, ВВ и средства инициирования, выявилась необходимость создания взрывной камеры и специального агрегата расснаряжения элементов

БСК. Конструктивные и механические характеристики камеры и агрегата должны были позволять уничтожать этот класс боеприпасов максимально безопасно для обслуживающего персонала и окружающей среды.

Разработка и модернизация опытных образцов камеры уничтожения элементов БСК осуществлялась последовательно в ходе выполнения двух ОКР. Параллельно выполнялась ОКР по разработке опытного образца (ОО) агрегата расснаряжения элементов БСК [2].

Способов уничтожения ХО в мире предложено множество, поскольку эта проблема стоит почти три десятилетия. Проблемой уничтожения ХО занимаются практически все государства, имеющие в своём арсенале этот вид оружия – Великобритания, Германия, Россия, США, Франция, Япония. Патентно-информационный поиск показал, что за рубежом в ряде стран проводятся работы по уничтожению ХО, в том числе методом подрыва. Предложены различные способы уничтожения в зависимости от типа боеприпаса, его содержимого, технического состояния и др.

В Российской Федерации принята так называемая «двухстадийная» технология. На первой стадии вскрывается корпус боеприпаса и из него удаляется ОВ с последующим химическим обезвреживанием в реакторе. Опорожнённый корпус боеприпаса после специальной обработки обжигается и в дальнейшем будет использован как сырьё для металлоперерабатывающих производств.

На второй стадии образовавшаяся в реакторе-дозревателе реакционная масса либо сжигается, либо битумируется с последующим захоронением. По такой же технологии могут быть уничтожены неразборные элементы БСК. При этом имеется особенность – корпус боеприпаса не может быть направлен непосредственно на обжиг из-за наличия в нём взрывателя и заряда взрывчатого вещества, которые могут быть уничтожены практически лишь выжиганием или подрывом.

В результате выполнения ОКР по разработке камеры уничтожения элементов БСК [2] впервые был воплощён в металле опытный образец камеры уничтожения неразборных химических боеприпасов, содержащих ВВ и средства инициирования, и проведены его длительные взрывные испытания с применением макетов элементов БСК.

В технологии уничтожения заложен принцип подрыва боеприпаса, предварительно освобождённого от ОВ, при его разогреве в индукционном нагревателе. Нагреватель од-

новременно выполняет функцию защитного устройства для стенок камеры от осколков и большей части энергии взрыва.

Опытный образец камеры уничтожения элементов БСК представляет собой горизонтально расположенную цилиндрическую ёмкость, выполненную из аустенитной стали 08X18H10T, внутри которой находится нагреватель индукционный, предназначенный для разогрева элемента до температуры, при которой происходит взрыв или выгорание ВВ. На плоских боковых стенках камеры имеются проёмы, закрываемые шиберными устройствами, для загрузки элемента на уничтожение и выгрузки оставшихся осколков и фрагментов.

Однако результаты выполненной ОКР выявили необходимость модернизации камеры уничтожения элементов БСК. Решение данной задачи было осуществлено в рамках ОКР по модернизации камеры уничтожения элементов БСК [2]. Особенности модернизированной камеры являются: изготовление корпуса камеры из коррозионностойкой стали; изготовление эллиптических днищ; использование стационарного индукционного нагревателя; использование съёмного локализатора; использование подвижного отбойника; осуществление выгрузки осколков в нижней части корпуса камеры; увеличение диаметра шибера для выгрузки осколков; использование конуса для выгрузки осколков.

Новая конструкция камеры обеспечивала защиту стенок от осколков, свободную выгрузку осколков, доступность к внутренним устройствам для обслуживания, ремонта и дегазации.

Параллельно с решением проблем уничтожения элементов БСК в камере уничтожения в рамках ОКР по разработке ОО агрегата расснаряжения элементов БСК отработывалась технологически сложная задача по извлечению отравляющего вещества из корпуса элементов БСК с учётом требований максимального обеспечения безопасности проводимых работ и обслуживающего персонала [2].

Агрегат расснаряжения (АР) элементов БСК является одной из основных и наиболее важных составных частей линии разборки и уничтожения БСК и предназначен для удаления отравляющего вещества из корпуса элемента, промывки последнего, взвешивания и передачи в камеру уничтожения. Он является автоматическим, однопозиционным, прямоточного типа со штанговым толкателем и образован последовательным соединением

камеры расснаряжения (КР), установки взвешивания и подъёма и толкателя штангового.

Подлежащий расснаряжению элемент подаётся в камеру расснаряжения штанговым толкателем конвейера поточной линии к входному шиберу КР. Открываются входной и выходной шиберы КР, и элемент посредством штангового толкателя конвейера перемещается на подвижную платформу внутри КР. Далее платформа опускается в ванну, элемент заходит в гнездо и зажимается в позиции сверления. Начинается процесс сверления, то есть вскрытие корпуса элемента. Сверлятся две пары диаметрально расположенных отверстий. Из элемента в ванну истекает ОВ и смешивается с реакционной массой (РМ). Для ускорения этого процесса подвижная платформа совершает несколько ходов «вверх-вниз» с выстоем вверху и внизу для слива и заполнения корпуса элемента БСК.

Окончательная очистка внутренней полости элемента осуществляется в верхнем положении платформы, когда к элементу примыкают присоски трубопровода подачи реакционной массы во внутреннюю его полость для промывания струёй РМ. После этого внутренняя полость элемента продувается азотом.

Процесс расснаряжения на этом считается завершённым. Далее открываются шиберы КР и опорожнённый элемент штанговым толкателем конвейера поточной линии автоматически перемещается на весовое устройство. Одновременно на подвижную платфор-

му КР подаётся следующий (не расснаряжённый) элемент.

На весовом устройстве происходит взвешивание элемента с целью контроля полноты эвакуации ОВ и наличия остатков РМ.

Затем элемент БСК посредством двухпозиционного транспортера переносится от КР к платформе подъёмника для подачи (подъёма) подлежащего уничтожению элемента на уровень загрузочного проема камеры уничтожения. После подъёма элемент перемещается штанговым толкателем агрегата расснаряжения в камеру уничтожения, где происходит его подрыв.

Третий этап решения проблемы уничтожения БСК. Разработка промышленных технологических линий для уничтожения БСК

На третьем этапе (2008–2013 гг.), используя результаты завершённых на первых двух этапах работ, была осуществлена разработка технологической линии уничтожения БСК авиационных химических боеприпасов.

Отработка параметров технологического процесса разборки БСК, расснаряжения и уничтожения их элементов в едином технологическом цикле последовательно осуществлялась в ходе выполнения двух ОКР: ОКР по разработке технологической линии разборки и уничтожения БСК на объекте по уничтожению

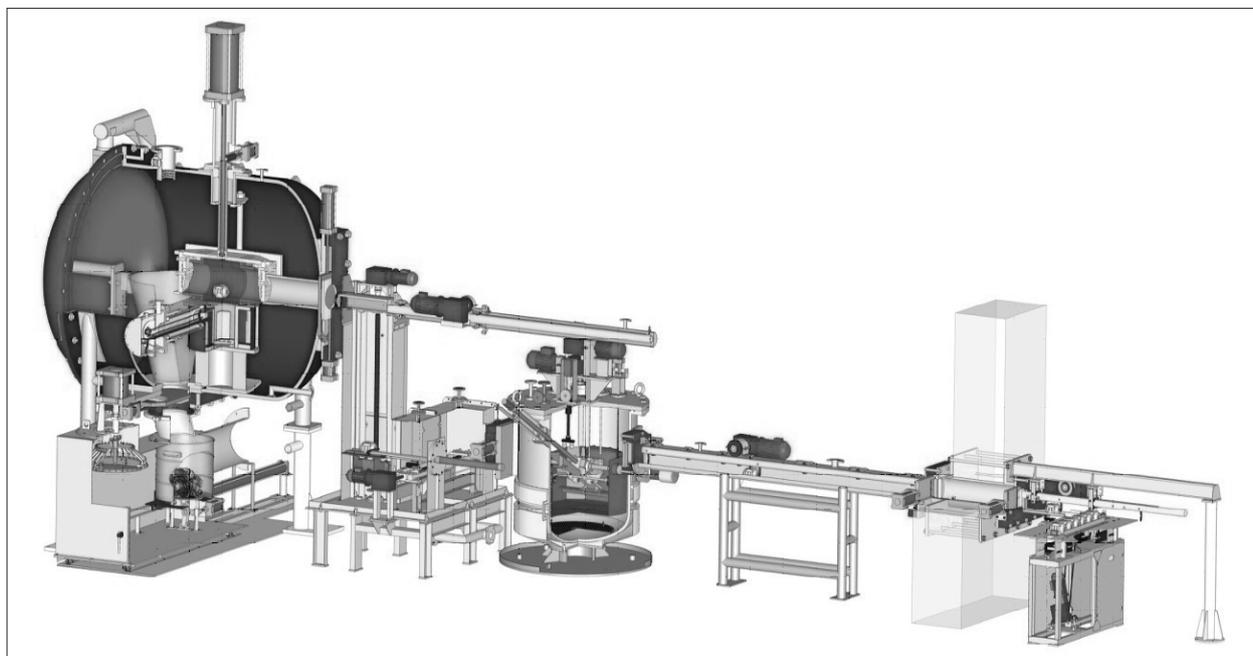


Рис. Принципиальная схема технологической линии разборки и уничтожения элементов БСК (без комплекта технологического оборудования разборки БСК)

химического оружия в пос. Марадыковский Кировской области и ОКР по модернизации технологической линии разборки и уничтожения БСК [2].

Созданный впервые в мире опытный образец технологической линии разборки и уничтожения БСК (ТЛ РУ БСК) был подвергнут всесторонним испытаниям, которые завершились в 2010 году.

Принципиальная схема технологической линии разборки и уничтожения БСК представлена на рисунке. В состав технологической линии разборки и уничтожения БСК входят: комплект технологического оборудования разборки БСК; система подачи элементов БСК в АР; АР с системой подачи элементов БСК из АР в камеру уничтожения (КУ); оборудование уничтожения элементов БСК-КУ; устройство выгрузки для безопасного удаления осколков уничтоженных элементов БСК.

Проведённые испытания показали, что выбранная технологическая схема уничтожения БСК и её аппаратная реализация в целом обеспечивают разборку и уничтожение БСК в заданном режиме. В ходе испытаний ТЛ РУ БСК выявилась необходимость её дооснащения дополнительным оборудованием и модернизация отдельных её элементов для улучшения эксплуатационных характеристик, технического обслуживания (ремонта) линии и на случай возникновения нештатных (аварийных) ситуаций.

В этой связи были решены следующие технические задачи: проведена модернизация агрегата расснаряжения с целью обеспечения безопасной замены режущего инструмента сверлильного устройства и обеспечения более полной эвакуации отравляющих веществ из элементов БСК при их расснаряжении; оснащение агрегата расснаряжения аппаратурой видеоконтроля с целью обеспечения контроля за процессом расснаряжения элементов БСК; оснащение камеры уничтожения дополнительным шиберным устройством с аппаратурой видеоконтроля с целью обеспечения безопасности проведения работ при уничтожении элементов БСК и техническом обслуживании технологической линии.

Решение вышеуказанных задач было осуществлено в 2011 году в рамках ОКР по модернизации ТЛ РУ БСК. Модернизация линии позволила повысить безопасность работ как при нормальной эксплуатации ТЛ РУ БСК, так и при возникновении нештатных (аварийных) ситуаций, а также повысила её ремонтпригодность.

Также в рамках третьего этапа для решения вопроса по уничтожению БСК боевых частей ракет отдельно было разработано технологическое оборудование для уничтожения конструктивных элементов, извлекаемых при разборке БСК для объекта по уничтожению ХО «Щучье» [2]. Исходя из того, что самой опасной и технологически сложной является стадия ручной разборки БСК, операцию их ручной разборки должен проводить персонал, обученный для работы не только с отравляющими, но также и со взрывчатыми веществами и прошедший обучение на инертных макетах БСК и их элементов. Для этих целей были разработаны инертные макеты БСК авиационных химических боеприпасов и боевых частей ракет и их элементов, а также необходимые средства обучения.

Ввиду того, что БСК боевых частей ракет имеют в своём составе большие массы ВВ, а также электромеханические вкладные элементы, потребовалась разработка технических решений по обеспечению безопасности процессов разборки, расснаряжения и уничтожения. В 2013 году для решения данной проблемы завершено выполнение ОКР по созданию опытного образца технологической линии разборки и уничтожения боеприпасов номенклатуры ГРАУ применительно к производству уничтожения ХО на объекте «Щучье» [2].

Результаты выполненных НИОКР явились основой для осуществления проектирования и создания производств по уничтожению БСК на объектах по уничтожению химического оружия в пос. Мирный Кировской области и Леонидовка Пензенской области и г. Щучье Курганской области.

Технологические линии разборки и уничтожения БСК размещаются во вновь возведённых производственных корпусах. В 2013 году первая технологическая линия по уничтожению БСК начала свою работу на объекте по уничтожению химического оружия в Пензенской области. В реальных условиях была подтверждена жизнеспособность концепции и правильность выбранных технических и технологических решений по уничтожению БСК.

Производственные мощности по уничтожению БСК успешно и, что очень важно, безопасно и безаварийно функционируют на объектах по уничтожению ХО в Кировской, Пензенской и Курганской областях.

Проблема уничтожения БСК оказалась трудной, интересной и познавательной и в конечном итоге решаемой.

Сложность проблемы уничтожения БСК и опыт разработки технологических линий разборки и уничтожения данного типа химических боеприпасов показали, что отечественные предприятия имеют необходимый научно-технический потенциал и технический задел для решения самых сложных задач в данной отрасли.

Российская Федерация разработала и обладает уникальной, не имеющей аналогов, надёжной технологией уничтожения боеприпасов сложной конструкции.

Литература

1. Капашин В.П., Кармишин А.Ю., Коваленко И.В. Создание технологии уничтожения БСК // Необратимые процессы в природе и технике: Труды седьмой всероссийской конференции. Ч. II. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013.
2. Кармишин А.Ю., Воронин В.А., Клюстер А.Е., Коваленко И.В. и др. Отчёт о НИР «Этапы создания и развития технологии уничтожения БСК», шифр «Победа». М.: НИЦ ФУ по БХУХО, 2015.