

Методы обезвреживания взрывателей артиллерийских боеприпасов при их утилизации

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»,
Университет гражданской защиты Украины*

В Верховном Совете Украины 21 декабря 2006 г. состоялись слушания, обозначившие основные проблемы по утилизации боеприпасов, а постановлением Кабинета Министров Украины от 31 декабря 2006 г. определены основные задачи по утилизации избыточных и непригодных к дальнейшему использованию боеприпасов. Таким образом, утилизация боеприпасов перестала быть ведомственной проблемой Министерства обороны Украины и стала государственной программой [1].

Наиболее многочисленным по номенклатуре видом боеприпасов, подлежащих утилизации, являются артиллерийские боеприпасы, выпущенные в СССР и хранящиеся на объектах Вооруженных сил Украины. Составной частью артиллерийских снарядов или минометных мин являются взрыватели, задача по утилизации которых в Украине в настоящее время решена не достаточно полно.

Взрыватель представляет собой сложное механическое устройство, содержащее взрывчатые вещества (ВВ) нескольких типов. При обращении с взрывателями требуется соблюдение определенных мер безопасности, а взрыватели с истекшими сроками хранения представляют особую опасность. Большинство снарядов, хранящихся на объектах, допускают разборку с выделением взрывателей в отдельную группу взрывоопасных предметов для утилизации, но разборка взрывателей в воинских частях запрещена.

Профильные организации Украины, занимающиеся утилизацией боеприпасов, заинтересованы в получении технологического процесса (ТП), способного с большой производительностью приводить взрыватели различных типов в безопасное состояние. Причем, после удаления ВВ должны оставаться металлические элементы взрывателя, пригодные для вторичной переработки.

Используемые в настоящее время методы и способы обезвреживания взрывателей имеют ряд недостатков и не удовлетворяют требованиям промышленной утилизации. Наиболее отработанным является метод, применяемый подразделениями МЧС Украины при обезвреживании взрывоопасных предметов, обнаруженных на местности. Эти предметы подрывают на специальных полигонах. Но при утилизации боеприпасов складского хранения такой метод экономически не выгоден и небезопасен для персонала и окружающей среды. Его целесообразно применять для утилизации взрывателей в составе снарядов, особо опасных в обращении и не подлежащих разборке [2].

Организации-разработчики взрывателей имеют возможность производить разборку взрывателей, предварительно проведя диагностику состояния их безопасности. Но этот способ очень трудоемкий, требует высококвалифицированного персонала и его следует применять для восстановления или модернизации взрывателей с последующим использованием по основному назначению [3].

Таким образом, существует потребность в разработке эффективного ТП удаления из взрывателей ВВ в условиях специализированного предприятия с обеспечением высокой производительности и требуемых мер безопасности для персонала и окружающей среды.

Для решения этой проблемы необходимо: рассмотреть конструкции выпущенных в СССР взрывателей различных типов с выявлением элементов, содержащих ВВ; рассмотреть характеристики этих ВВ, условия и факторы, приводящие к их взрыву или влияющие на этот процесс; исследовать возможности различных методов обезвреживания взрывателей; определить наиболее рациональные методы удаления ВВ из взрывателей.

Взрыватели артиллерийских снарядов и минометных мин, выпущенные в СССР, принято классифицировать по следующим признакам: принципу действия; времени действия; способу действия; месту соединения со снарядом; способу возбуждения детонационной цепи [4].

По принципу действия взрыватели делятся на ударные, дистанционные, дистанционно-ударные и неконтактные. По времени действия ударные взрыватели делятся на взрыватели мгновенного, инерционного и замедленного действия. По способу действия дистанционные взрыватели делятся на пиротехнические, механические, электрические, электромеханические. По месту соединения со снарядом – головные и донные. По способу возбуждения детонационной цепи – механические и электрические [4].

При проведении данных исследований авторами, с использованием наставлений, руководств, технических описаний и инструкций по эксплуатации соответствующих образцов артиллерийского вооружения, выпущенного в СССР, рассмотрены следующие взрыватели нескольких групп:

- *головные ударные* – КТ-1, КТМ-1, КТМЗ-1, РГ-6, РГМ, РГМ-2, РГМ-6, В-429, ВГ-67, МГ-45, МГ-57, В-491;
- *донные ударные* – МД-2, МД-5, МД-6, МД-7, МД-8, МД-10, МД-30, МД-45, КТД, ДБТ;
- *ударные минометных мин* - МП-82, М-1, М-2, М-3, М-4, М-5, М-6, М-12, М-50, ГВМЗ, ГВМЗ-1, ГВМЗ-7;
- *головные ударные малокалиберных снарядов* - МГ-6, МГ-8, К-20, МГ-25, МГ-30, А-30, Б-23, А-498, А-670, В-19;
- *дистанционно-ударный* – Д-1;
- *головные кумулятивных снарядов* – БМ, Б-229, ГПВ-2;
- *дистанционные зенитных снарядов* – Т-5, Т-11, ВМ-16, ВМ-30, ВМ-45, ДВМ-60;
- *неконтактные радиолокационные* – АР-5, АР-12, АР-21, АР-51.

На рис. 1 и 2 представлены конструктивные схемы взрывателей, содержащих элементы, характерные для различных типов взрывателей.

На рис. 1 изображен головной ударный взрыватель МГ-8 мгновенного действия для осколочных снарядов, имеющий самоликвидатор [5].

На рис. 2 изображен головной ударный взрыватель К-20 для изделий, снаряженных прессованным тротилом [5].

Рассмотрение конструкций и принципов действия различных взрывателей позволяет сделать вывод о том, что все они имеют общую принципиальную схему детонационной цепи. В полном виде схема представлена на рис. 3 и соответствует схеме действия взрывателя МГ-8.

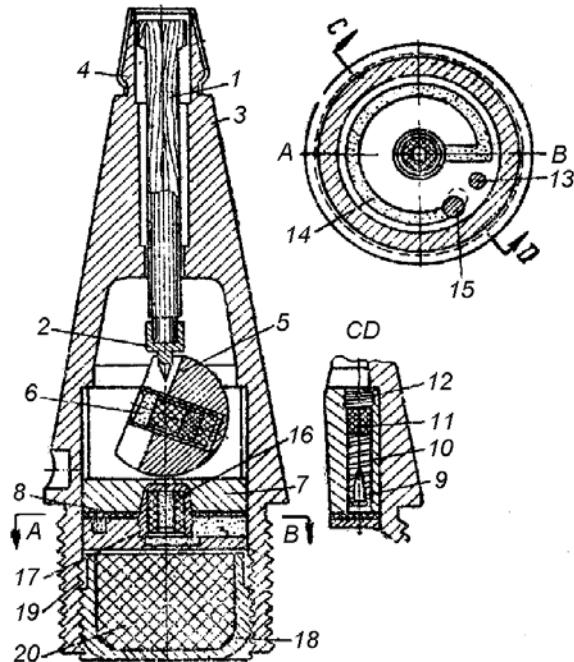


Рис. 1. Разрез взрывателя МГ-8:
 1 – ударный стержень; 2 – жало; 3 - корпус взрывателя; 4 – мембрана; 5 - поворотный диск; 6 – капсюль-детонатор; 7 – втулка поворотного диска; 8 – бумажные прокладки; 9 – жало; 10 – пружина; 11 – капсюль-воспламенитель; 12 – пробка; 13 – шпилька; 14 – кольцо ликвидатора с медленно горящим составом; 15 – пороховой столбик; 16 - передаточный заряд; 17 – целлофановый колпачок; 18 – стакан детонатора; 19 – крышка стакана; 20 - детонатор

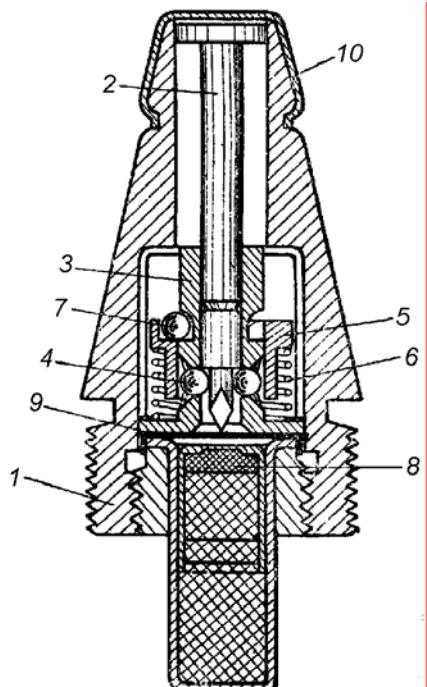


Рис. 2. Разрез взрывателя К-20:
 1 – корпус взрывателя; 2 – ударник с жалом; 3 – центральная втулка; 4 – большие стопорные шарики; 5 – оседающая втулка; 6 – пружина; 7 – малые стопорные шарики; 8 – капсюль-детонатор; 9 – предохранительная мембрана; 10 - мембрана

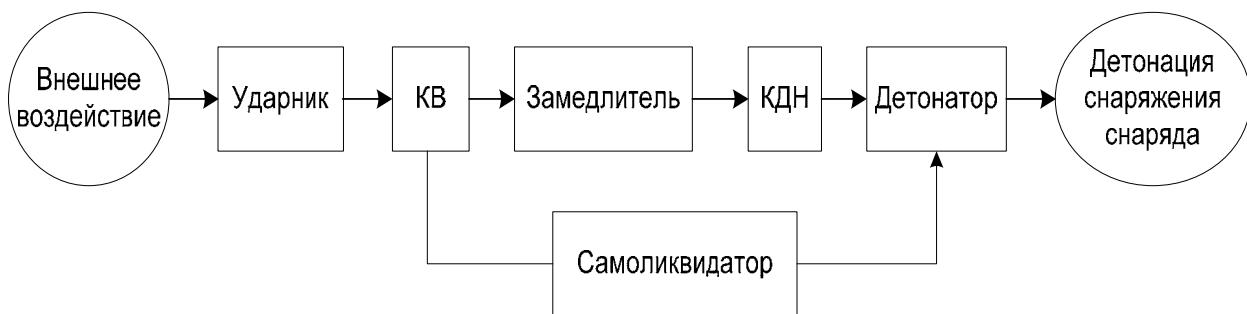


Рис. 3. Полная схема детонационной цепи взрывателя:
 КВ – капсюль-воспламенитель; КДН – капсюль-детонатор накольного действия

Детонационная цепь может применяться в сокращенном виде. Наиболее простая схема представлена на рис. 4 и соответствует схеме взрывателя К-20.

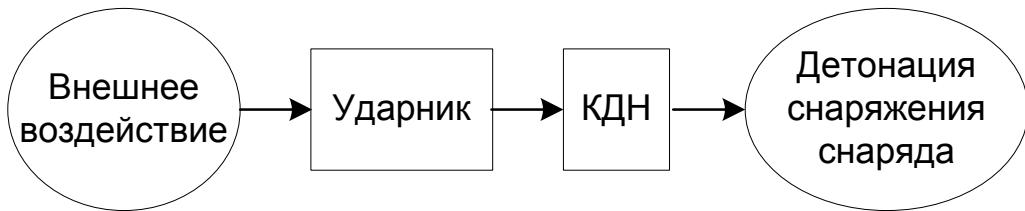


Рис. 4. Сокращенная схема детонационной цепи взрывателя

Детонатор используют во взрывателях, предназначенных для изделий, снаряженных литым тротилом или амматолом. В снаряженных прессованным тротилом или гексогеном изделиях для детонации достаточно капсюля-детонатора взрывателя. Вместо КДН может применяться капсюль-детонатор лучевого действия (КДЛ). КДН инициируются наколом жала ударника, КДЛ – лучом пламени КВ. Детонатор инициируется взрывом капсюля-детонатора [6].

Во взрывателях ВВ содержатся в КВ, КДН (КДЛ), детонаторе, замедлитеle, самоликвидаторе, а также могут содержаться в передаточных, усилительных и предохранительных устройствах, в зависимости от конструктивного исполнения взрывателя.

Во взрывателях, выпущенных в СССР после 1945 г., использованы определенные типы ВВ. Детонатор содержит бризантное ВВ тетрил. КВ содержит инициирующее ВВ гремучую ртуть. Замедлители, самоликвидаторы, усилители, предохранители, передаточные устройства содержат метательное ВВ в виде дымного пороха.

Состав капсюлей-детонаторов зависит от их исполнения. На рис. 5 изображена конструктивная схема КДН. КДЛ имеет аналогичное устройство, но в верхней части (поз. 3) вместо тринитрорезорцината свинца (ТНРС) содержится накольный состав из смеси ТНРС и тетразена. ТНРС, азид свинца и тетразен относятся к инициирующим ВВ [6].

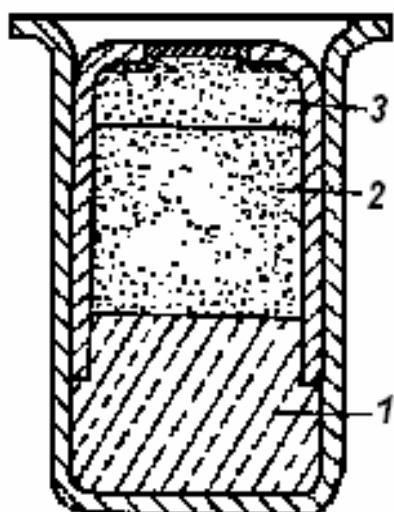


Рис. 5. Капсюль-детонатор лучевого действия ТАТ:
1 – тетрил; 2- азид свинца; 3 - ТНРС

По массе наибольшее количество ВВ содержится в детонаторе – 10...30 г. В КВ содержится 0,13...0,2 г ВВ, в капсюлях-детонаторах – 0,3...0,38 г [6].

Чувствительность ВВ, виды начальных импульсов, условия горения и детонации определены в теории ВВ [6, 7].

В зависимости от характера внешнего воздействия и условий, в которых находится ВВ, процесс взрывчатого превращения может либо затухать, либо завершаться горением или детонацией.

Для ВВ, используемых в взрывателях, существуют на практике следующие виды инициирующих импульсов, вызывающие в определенных условиях в ВВ реакцию взрывчатого превращения: тепловой, механический, детонационный, электрический.

Тепловой импульс. Во ВВ при их нагревании взрыв может развиваться, если скорость тепловыделения в зоне химической самоускоряющейся реакции превысит скорость теплоотвода. Мерой чувствительности ВВ к тепловому воздействию служит температура вспышки t_e . При нагреве выше этой температуры начинается реакция взрыва. Значения t_e (при выдерживании пробы в течение 5 минут) для ВВ взрывателей представлены в таблице 1 [6].

Таблица 1

Температура вспышки t_e ВВ взрывателей

Тип ВВ	Тетрил	Тетразен	Гремучая ртуть	Азид свинца	THPC	Дымный порох
$t_e, ^\circ\text{C}$	200	140	180	340	275	310

Механический импульс. Возможны механические импульсы инициирования в виде накола, удара, трения, прострела. К удару наиболее чувствительна гремучая ртуть. Тетрил менее чувствителен к удару. При параметрах удара, дающего 100% взрывов гремучей ртути, взрыв тетрила происходит в 44-52% случаев [7].

Детонационный импульс. Детонация происходит в тетриле при воздействии взрывного импульса инициирующего или бризантного ВВ, приложенного непосредственно к заряду, или через влияние воздушной ударной волны, образующейся при взрыве заряда другого бризантного ВВ, расположенного на определенном расстоянии. Явление детонации через влияние требует защиты одного заряда от взрыва соседнего заряда, располагая его на таком расстоянии, при котором было бы невозможным его инициирование.

Электрический импульс. Инициирование взрыва ВВ электрической искрой происходит в результате совместного действия нагрева и ударной волны.

Чувствительность ВВ зависит от большого количества факторов – химической структуры, агрегатного состояния, плотности заряда, наличия инертных примесей, температуры ВВ.

В процессе утилизации взрывателей на чувствительность ВВ можно практически влиять только изменением температуры. С повышением начальной температуры чувствительность ВВ увеличивается, уменьшается количество тепла, необходимого для нагрева до температуры возникновения очага горения.

Длительное воздействие определенной температуры может вызывать медленное разложение по всей массе ВВ. Для инициирующих ВВ это приводит к полному разложению и потере взрывчатых свойств. Гремучая ртуть начинает разлагаться при температуре +50°C, азид свинца и THPC при температуре +200°C. Но

тетрил при температуре +131°C плавится лишь с частичным разложением, сохраняя взрывчатые свойства [7].

Во взрывателях наибольшую опасность представляют элементы, содержащие тетрил – детонатор или капсюль-детонатор (при отсутствии детонатора). Но для полной безопасности из взрывателя требуется удалить все типы ВВ.

Методы удаления ВВ из взрывателя можно разделить на две группы - удаление без взрыва ВВ и удаление с выгоранием ВВ при взрыве. Удаление ВВ из взрывателя в виде, сохраняющем способность к взрыву, требует наличия второго этапа утилизации взрывоопасных отходов, поэтому такие методы менее производительны.

Использование для обезвреживания взрывателей методов, основанных на контролируемом инициировании взрыва тетрила в корпусе взрывателя, позволит проводить утилизацию в один этап. Взрыв тетрила, как наиболее мощного ВВ, вызовет сгорание всех других ВВ, содержащихся во взрывателе, и сделает оставшийся металлический корпус безопасным в обращении.

На основании рассмотрения конструкций взрывателей, свойств и характеристик ВВ, содержащихся в них, можно предложить следующие методы инициирования взрыва тетрила во взрывателе.

Метод активирования детонационной цепи. Метод предполагает воспроизведение последовательных действий, аналогичных штатной работе взрывателя – снятие с предохранителя под действием инерционных и центробежных сил и приведение в действие детонационной цепи требуемым внешним воздействием.

Метод удара. Метод основан на свойстве тетрила взрываться от удара и конструктивной особенности всех взрывателей – тетрил расположен в тонкой металлической оболочке на срезе корпуса взрывателя или выступает из него. Удар твердым предметом можно нанести непосредственно по оболочке детонатора или капсюля-детонатора.

Метод накола. Метод применим для взрывателей, содержащих КДН. Но накол следует производить не жалом ударника, защищенным предохранителем, а жалом инструмента со стороны среза корпуса взрывателя. Малая плотность тетрила и малая прочность оболочки позволяют жалу инструмента проникнуть к накольному составу КДН.

Метод электрического импульса. Метод основан на способности электрического разряда, приложенного к тетрилу, вызывать детонацию.

Метод контактного нагрева. Метод основан на свойстве тетрила взрываться от теплового импульса и конструктивной особенности взрывателя. Источник нагрева с температурой, выше t_e , прикладывается непосредственно к оболочке детонатора или капсюля-детонатора.

Метод ударной волны. Метод основан на способности ударной воздушной волны, образующейся при взрыве одного первичного заряда ВВ, вызывать детонацию зарядов тетрила в нескольких взрывателях, расположенных на определенном расстоянии. В отличие от метода подрыва взрывоопасных предметов на полигоне, при детонации небольшой партии взрывателей ТП можно проводить в прочном приспособлении, не допускающем разлета осколков, и с контролируемым выходом ударной волны и продуктов взрыва.

Метод объемного нагрева. Метод основан на свойстве тетрила взрываться от теплового импульса. Взрыватель помещается полностью в газообразную или жидкую среду, нагретую выше t_e , что позволяет устранить необходимость ориен-

тации взрывателя в сторону источника нагрева.

Схема ТП методом удара представлена на рис. 6. При методах накола, электрического импульса и контактного нагрева схема ТП аналогична.



Рис. 6. Схема технологического процесса инициирования взрывателя методом удара

При использовании методов ударной волны и объемного нагрева схема ТП имеет сокращенный вид за счет исключения из схемы передающего инструмента.

Выводы

1. Обезвреживание взрывателей артиллерийских боеприпасов через инициирование взрыва тетрила, содержащегося в них, возможно с использованием нескольких методов, основанных на конструктивных особенностях взрывателей и свойствах ВВ.
2. Предложенные методы инициирования можно использовать для разработки ТП утилизации взрывателей в промышленных условиях, но каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки.
3. Каждый из предложенных методов можно реализовать несколькими способами с применением различных материалов, механизмов, инструментов, приспособлений, источников энергии, что дает возможность разработать ТП утилизации по оптимальным критериям.

Список литературы

1. Бабаков С. Україна: ще 100 років на пороховій діжці? // Камуфляж. Випуск 3: Всеукраїнський інформаційно-аналітичний журнал. – Київ: Прес-КІТ, 2007. – С. 18-19.
2. Колибернов Е.С., Корнев В.И., Сосков А.А. Справочник офицера инженерных войск. – М.: Воениздат, 1989. – 432 с.
3. Платонов Н. ФГУП НИИ «Поиск» создает взрыватели нового поколения // Военный парад. Выпуск 1: Журнал военно-промышленного комплекса. – М.: Военный парад, 2007. – С. 34-35.
4. Лисицын И. Артиллерийские боеприпасы // Полигон. Выпуск 3: Историко-технический журнал. – М.: Полигон, 2000. – С. 50-54.
5. Кюпар И.И. Учебник сержанта зенитной артиллерии. Книга 1. Общие сведения. – М.: Военное издательство МО СССР, 1948. – 302 с.
6. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. – М.: Государственное издательство оборонной промышленности, 1957. – 187 с.
7. Козенко В.П. Основы теории взрывчатых веществ. – М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1982. – 82 с.