

УДК 623.4

doi: 10.53816/23061456_2024_11–12_143

**НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ УНИЧТОЖЕНИЯ ОТКАЗАВШИХ
АРТИЛЛЕРИЙСКИХ СНАРЯДОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНЖЕНЕРНЫХ
КУМУЛЯТИВНЫХ ЗАРЯДОВ**

**SOME FEATURES OF THE DESTRUCTION OF FAILED ARTILLERY
PROJECTILES USING ENGINEERING HEATED CHARGES**

А.С. Пучков¹, канд. техн. наук А.И. Спивак¹, С.Н. Васильева¹, Ю.А. Фроленков²

A.S. Puchkov¹, Ph.D. A.I. Spivak¹, S.N. Vasileva¹, Yu.A. Frolenkov²

¹НПО Спецматериалов, ²Войсковая часть 93268

Исследована возможность применения кумулятивных зарядов для бездетонационного уничтожения артиллерийских снарядов. Экспериментально подтверждена возможность использования кумулятивного заряда кольцевого (КЗК) для уничтожения артиллерийских снарядов. Показано, что предпочтительно использовать полукольцевой заряд КЗК для уничтожения артиллерийских снарядов, поскольку в случае использования заряда КЗК в полной комплектации возможна полная детонация снаряда. Экспериментально подтверждена возможность использования полукольцевого заряда пластида для бездетонационного уничтожения артиллерийских снарядов.

Ключевые слова: кумулятивный заряд кольцевой, кумулятивный заряд, артиллерийский снаряд, уничтожение.

The possibility of using shaped charges for the non-detonation destruction of artillery shells has been studied. The possibility of using a shaped charge of an annular KZK to destroy artillery shells has been experimentally confirmed. It has been shown that it is preferable to use a KZK semi-ring charge to destroy artillery shells, since in the case of using a fully loaded KZK charge, complete detonation of the projectile is possible. The possibility of using a semi-ring plastid charge for the non-detonation destruction of artillery shells has been experimentally confirmed.

Keywords: shaped charge ring, shaped charge, artillery shell, destruction.

При проведении работ по очистке местности от взрывоопасных предметов (ВОП) [1] в процессе ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций на арсеналах (базах) хранения боеприпасов и при гуманитарной очистке (разминировании) местности подготовленными специалистами [2] с использованием специализированной техники [3] одними из основных задач являются: обеспечение безопасности персонала, а также минимизация разрушений зданий, сооружений и объектов критической инфраструктуры [4, 5], в том числе под водой [6, 7].

Мировой опыт и опыт российских подразделений показывает, что наиболее безопасным, экономичным и простым способом обезвреживания ВОП является их уничтожение с использованием накладных зарядов на месте обнаружения. Однако на практике это не всегда представляется возможным, в связи с расположенными в непосредственной близости от ВОП зданиями, сооружениями и объектами критической инфраструктуры. В таких случаях применяется широкий спектр специальных разрушителей

[8–10], которые обеспечивают бездетонационное разрушение ВОП, в том числе путем инициирования процесса дефляции [11–13].

Следует отметить, что значительное количество номенклатур известных специальных разрушителей ВОП не стоит на снабжении инженерных войск ВС РФ, и поэтому применение их в соответствующих подразделениях может носить ограниченный характер.

В связи со значительными объемами работ по очистке местности от не разорвавшихся ВОП в районе проведения специальной военной операции, особенно в условиях городской застройки, возникает необходимость в исследовании возможности приспособления штатных инженерных средств для бездетонационного уничтожения ВОП.

В инженерных войсках широкое применение нашли кумулятивные заряды для разрушения ти-

пичных элементов строительных конструкций, машин и других объектов. Такие заряды изготавливаются на заводах, обычно имеют прочный корпус из металла, пластмассы или других материалов, специальные гнезда для размещения детонаторов, а также средства для быстрой установки на объекте.

Использование стандартных зарядов ВВ при разрушении объектов предпочтительно, поскольку оно не требует сложных расчетов, а установка и инициирования зарядов выполняются быстро и надежно, обеспечивая гарантированное разрушение объекта. Виды кумулятивных зарядов, используемых для выполнения специальных задач, представлены в таблице.

Анализ данных, представленных в табл. показывает, что кумулятивные заряды КЗ-4, КЗ-5, КЗ-6 и КЗ-7 предназначены для решения

Таблица

Виды кумулятивных зарядов

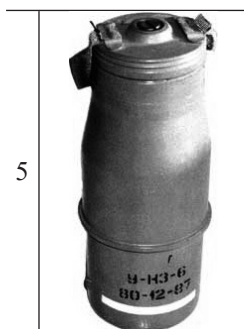
Кумулятивный заряд КЗ-1		
		<p>Предназначен для пробивания сводов и потолков броневых, кирпичных и железобетонных фортификационных и других сооружений. Диаметр по корпусу — 35 см. Высота габаритная: по корпусу — 24 см, по выдвинутым стойкам (от верхней точки корпуса до плоскости объекта) — 57 см. Масса — 14,7 кг. Масса ВВ — 9 кг. 1 — корпус, 2 — кумулятивная выемка, 3 — заряд ВВ, 4 — прилив, 5 — промежуточный детонатор</p>
Кумулятивный заряд КЗ-2		
		<p>Имеет то же предназначение, форму, устройство, размеры и эффективность, что и заряд КЗ-1. Отличие состоит в том, что запальное гнездо имеет металлическую оболочку и резьбу М10×1, позволяющую ввинчивать электродетонаторы типа ЭДП-р, стандартные зажигательные трубки типа ЗТП</p>
Кумулятивный заряд КЗ-4		
		<p>Предназначен для пробивания броневых и железобетонных сооружений, разрушения покрытия автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос, подземных убежищ, выведения из строя фугасов, находящихся под землей. Диаметр по корпусу — 41 см. Высота габаритная: по корпусу — 44 см, по выдвинутым стойкам (от верхней точки корпуса до плоскости объекта) — 165 см. Масса — 63 кг. Масса ВВ — 49 кг</p>

Кумулятивный заряд КЗ-5



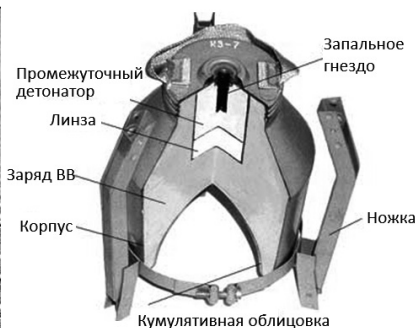
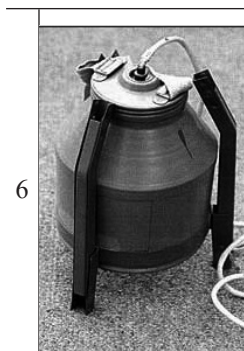
Предназначен для пробивания броневых и железобетонных сооружений, разрушения покрытия автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос, подземных убежищ, выведения из строя боеприпасов крупного калибра, выведения из строя и уничтожения бронеобъектов.
Диаметр по корпусу — 21,5 см. Высота габаритная: по выдвинутым стойкам (от верхней точки корпуса до плоскости объекта) — 61,8 см. Масса — 12,5 кг. Масса ВВ — 8,5 кг

Кумулятивный заряд КЗ-6



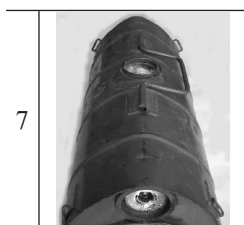
Предназначен для пробивания броневых и железобетонных сооружений, разрушения твердого покрытия автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос, подземных убежищ, выведения из строя или уничтожения боеприпасов крупного калибра, выведения из строя и уничтожения бронеобъектов. Диаметр по корпусу — 11,2 см. Высота габаритная по корпусу — 29,2 см. Масса — 4,8 кг. Масса ВВ — 1,8 кг

Кумулятивный заряд КЗ-7



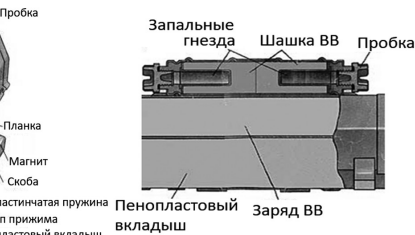
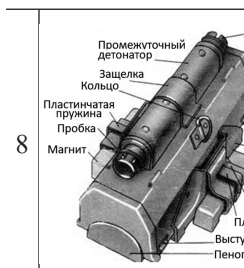
Предназначен для пробивания броневых и железобетонных сооружений, разрушения покрытия автомобильных дорог и взлетно-посадочных полос, подземных убежищ, выведения из строя боеприпасов крупного калибра, выведения из строя и уничтожения бронеобъектов.
Диаметр по корпусу — 16,2 см. Высота габаритная: по корпусу — 27,2 см, по выдвинутым стойкам (от верхней точки корпуса до плоскости объекта) — 67 см. Масса — 6,5 кг. Масса ВВ — 3,5 кг

Кумулятивный заряд КЗУ



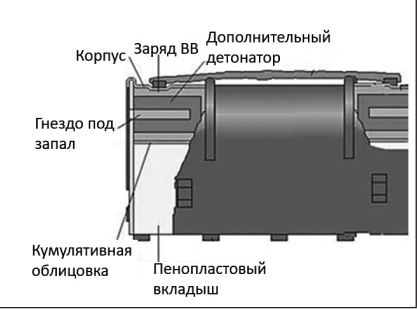



Предназначен для пробивания элементов металлических конструкций мостов, опор. Высота — 195 мм, ширина — 225 мм, длина — 500 мм. Масса — 18 кг. Масса ВВ — 12 кг

Кумулятивный заряд КЗУ-2



Предназначен для пробивания элементов металлических конструкций мостов, опор. Высота — 85 мм, ширина — 105 мм, длина — 150 мм. Масса — 18 кг. Масса ВВ — 12 кг

9	 	<p>Кумулятивный заряд УМКЗ</p> <p>Предназначен для пробивания элементов металлических конструкций мостов, опор. Высота — 76 мм, ширина — 70 мм, длина — 150 мм. Масса — 0,56 кг. Масса ВВ — 0,185 кг</p>
10	 	<p>Кумулятивный заряд ЛКЗ-80</p> <p>Предназначен для пробивания элементов металлических конструкций мостов, опор. Высота — 115 мм, ширина — 120 мм, длина — 200 мм. Масса — 2,5 кг. Масса ВВ — 1,5 кг</p>
11		<p>Кумулятивный заряд КЗК</p> <p>Предназначен для перебивания стальных стержней, канатов и других металлических связей и средств крепления диаметром до 70 мм. Высота — 52 мм, ширина — 160 мм, длина — 200 мм. Масса — 1,0 кг. Масса ВВ — 0,4 кг</p>

большого объема задач, в том числе для выведения из строя фугасов и уничтожения других боеприпасов крупного калибра. Они содержат 1,8...49 кг ВВ, что обеспечивает полную детонацию ВВ в обезвреживаемом ВОП. Эти кумулятивные заряды не могут быть использованы для бездетонационного уничтожения артиллерийских снарядов. Другие типы кумулятивных зарядов не предназначены для уничтожения артиллерийских снарядов. Конструкционные особенности большинства кумулятивных зарядов (диаметр корпуса, высота установки относительно разрушаемого объекта, высота, ширина, длина, количество содержащегося ВВ) не позволяют приспособить их для бездетонационного уничтожения артиллерийских снарядов.

Однако по конструктивным особенностям, геометрическим размерам, количеству содержащегося ВВ кумулятивный заряд КЗК может быть

приспособлен для бездетонационного уничтожения артиллерийских снарядов.

Как следует из данных, представленных в табл., кумулятивный кольцевой заряд КЗК предназначен для разрушения стальных труб, стержней и тросов. Этот заряд обладает способностью надежно перебивать стержни (трубы) с наружным диаметром до 70 мм и тросы диаметром до 65 мм при взрыве полного заряда на воздухе или под водой.

Кумулятивный заряд кольцевой КЗК состоит из двух кумулятивных полукольцевых зарядов, соединенных между собой с помощью петель, шплинта и замка, состоящего из защелки с прорезью (на корпусе одного полукольца) и крючка (на корпусе другого полукольца).

Вид КЗК представлен на рис. 1, а схема устройства КЗК — на рис. 2.

КЗК допускает применение полукольцевых зарядов отдельно друг от друга. Каждый полу-

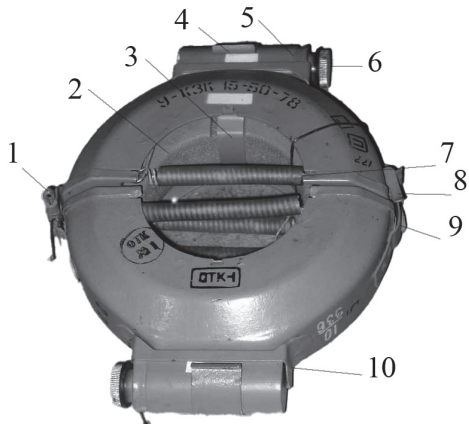


Рис. 1. Вид кумулятивного заряда кольцевого КЗК:
1 — шплинт; 2 — пенопластовый вкладыш;
3 — прижим; 4 — защелка; 5 — промежуточный детонатор; 6 — пробка; 7 — пружина в пластиковой трубке; 8 — защелка с прорезью; 9 — крючок; 10 — рамка с выемкой

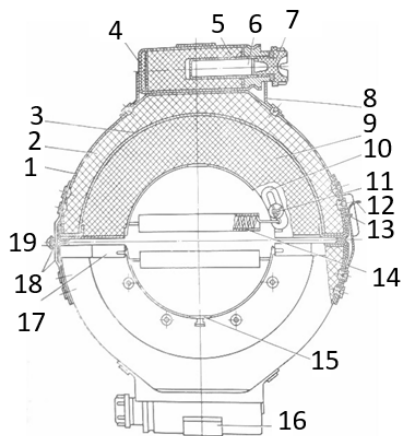


Рис. 2. Схема кумулятивного заряда кольцевого КЗК:
1 — корпус; 2 — заряд ВВ; 3 — облицовка кумулятивной выемки; 4 — стакан;
5 — промежуточный детонатор; 6 — запальное гнездо; 7 — пробка; 8 — рамка с выемкой; 9 — пенопластовый вкладыш; 10 — скоба;
11 — лапка; 12 — защелка с прорезью; 13 — крючок; 14 — пружина в пластиковой трубке; 15 — прижим; 16 — защелка; 17 — колпачок; 18 — петли; 19 — шплинт

кольцевой заряд состоит из корпуса, промежуточного детонатора и пенопластового вкладыша.

Корпус каждого полукольцевого заряда выполнен из стали и заполнен ВВ. Во внутренней части корпуса закреплена стальная кумулятивная облицовка. В полость кумулятивной выемки вставлен съёмный пенопластовый вкладыш.

Крепление промежуточного детонатора к корпусу КЗК осуществляется с помощью пружинной защелки. На корпусе КЗК закреплены две пружины в пластиковых трубках для крепления его на перебиваемом элементе.

С целью отдельного применения полукольцевых зарядов для крепления их на перебиваемых объектах в комплект каждого кольцевого заряда входят две планки.

При перебивании элементов на суше пенопластовые вкладыши извлекаются. При подготовке КЗК для перебивания стальных канатов и стержней под водой пенопластовые вкладыши из кумулятивной выемки не извлекаются.

При перебивании элементов диаметром от 30 до 70 мм, как правило, применяется КЗК в полной комплектации. Пример использования КЗК при перебивании стального стержня диаметром 60 мм представлен на рис. 3, стального каната диаметром 60 мм — на рис. 4.

Для перебивания элементов диаметром от 15 до 30 мм применяется полукольцевой заряд КЗК. Пример использования полукольцевого

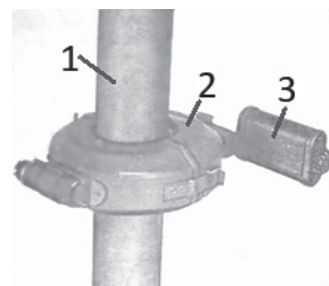


Рис. 3. Пример использования КЗК при перебивании стального стержня диаметром 60 мм:
1 — стальной стержень; 2 — заряд; 3 — взрыватель

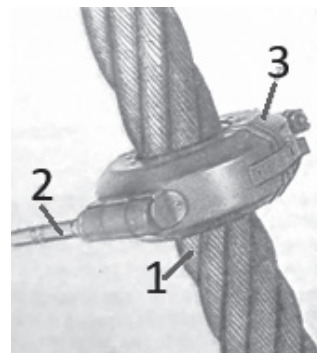


Рис. 4. Пример использования КЗК при перебивании стального каната диаметром 60 мм:
1 — стальной стержень; 2 — заряд; 3 — взрыватель

заряда КЗК при перебивании стального стержня диаметром 30 мм представлен на рис. 5.

Для обезвреживания неразорвавшихся артиллерийских снарядов возможно использование КЗК в полной комплектации. Пример использования КЗК при обезвреживании неразорвавшихся артиллерийских снарядов представлен на рис. 6.

Однако, как показали эксперименты, применение КЗК в полной комплектации при обезвреживании отказавших артиллерийских снарядов может привести к их полной детонации, что нежелательно, особенно при размещении таких снарядов вблизи объектов критической инфраструктуры.

Наиболее перспективным способом обезвреживания отказавших артиллерийских снарядов является использование полукольцевого заряда КЗК. Пример использования полукольцевого заряда КЗК при обезвреживании отказавших артиллерийских снарядов представлен на рис. 7.

Полукольцевой заряд КЗК размещается на оживальной части артиллерийского снаряда в сечении, удаленном на 50 мм от дополнительного детонатора головного взрывателя. Толщина корпуса артиллерийского снаряда в выбранном сечении не должна превышать 30 мм.

Как показали эксперименты, при штатном инициировании полукольцевого заряда КЗК происходит разрушение корпуса артиллерийского снаряда с отделением от него и разрушением головного взрывателя без возникновения полной детонации снаряда. В редких случаях может произойти откол головного взрывателя от корпу-

са снаряда без разрушения взрывателя. В этом случае необходимо произвести на месте дополнительные работы по уничтожению головного взрывателя штатным методом с соблюдением стандартных мер безопасности.

Корпуса разрушенных снарядов с остатками ВВ (без взрывателей), не представляющие опасности в служебном обращении, могут быть в дальнейшем утилизированы установленным порядком, либо с извлечением и дальнейшей переработкой ВВ (корпуса снарядов, снаряженные методом заливки ВВ) в специализированных организациях, либо уничтожением методом выжигания или подрыва в полигонных условиях (как правило, корпуса снарядов, снаряженные методом шнекования).

В отдельных случаях, не терпящих отлагательства, при отсутствии кумулятивных зарядов КЗК, утилизацию неразорвавшихся артиллерийских снарядов методом разрушения их корпусов с отделением и уничтожением головных взрывателей без полной детонации снарядов, можно проводить с использованием пластита типа ПВВ. Для этого полукольцевой заряд ПВВ массой 0,3 кг размещается на оживальной части артиллерийского снаряда в сечении, удаленном на 50 мм от дополнительного детонатора головного взрывателя. Толщина слоя ПВВ должна быть не менее толщины корпуса артиллерийского снаряда в выбранном сечении. Пример использования ПВВ при обезвреживании отказавших артиллерийских снарядов представлен на рис. 9.

В результате экспериментальной проверки была подтверждена принципиальная возможность использования кумулятивного заряда

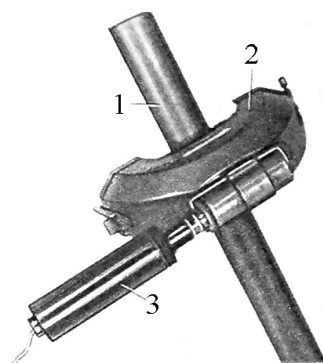


Рис. 5. Пример использования полукольцевого заряда КЗК при перебивании стального стержня диаметром 30 мм: 1 — стальной стержень; 2 — полукольцевой заряд; 3 — взрыватель



Рис. 6. Размещение КЗК на артиллерийском снаряде перед его обезвреживанием



Рис. 7. Размещение полукольцевого заряда КЗК на артиллерийском снаряде перед его обезвреживанием



Рис. 8. Размещение заряда ПВВ на артиллерийском снаряде перед его обезвреживанием

кольцевого КЗК для бездетонационного уничтожения отказавших артиллерийских снарядов. В случае отсутствия кумулятивных зарядов КЗК, есть возможность произвести аналогичные работы с использованием кольцевого заряда пластика толщиной не менее толщины стенки корпуса в оживальной части снаряда.

В случае применения кумулятивного заряда кольцевого КЗК для бездетонационного уничтожения отказавших артиллерийских снарядов методом разрушения их корпусов с отделением головного взрывателя обеспечивается безопасность проводимых работ, удобство установки кумулятивного заряда КЗК на корпусе снаряда, правильный ровный рез корпуса снаряда и откол головного взрывателя.

Список источников

1. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Васильев В.Д. и др. К вопросу организации работ по очистке местности от взрывоопасных предметов после чрезвычайных происшествий на объектах хранения боеприпасов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2012. № 3–4. С. 20–30.

2. Дунилов К.К., Фроленков Ю.А., Малькута В.О. и др. Пути повышения эффективности подготовки специалистов по осуществлению разведки и нейтрализации минно-взрывных устройств // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2011. № 3–4. С. 68–71.

3. Сильников М.В., Спивак А.И., Пугачев А.Н., Сазыкин А.М. К вопросу разработки специализированной техники обеспечения разминирования и выполнения специальных задач // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2015. № 3. С. 85–90.

4. Михайлин А.И., Спивак А.И., Чернышов М.В. и др. Разработка и испытания комбинированных средств локализации поражающих факторов взрыва с эффектом направленного взрыва // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2011. № 7–8. С. 9–16.

5. Дмитриев В.Я., Шишкин В.Н., Данилов Н.А. и др. К вопросу исследования закономерностей снижения уровня избыточного давления во фронте воздушной ударной волны устройствами для защиты от взрыва «Фонтан» // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Тех-

нические средства противодействия терроризму. 2014. № 9–10. С. 61–64.

6. Сильников М.В., Гук И.В., Михайлин А.И., Шишкин В.Н. Экспериментальное и теоретическое исследование эффективности действия технических устройств на основе гетерогенной двухфазной среды для подавления поражающих факторов подводного взрыва // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2018. № 1. С. 59–68.

7. Сильников М.В., Михайлин А.И., Шишкин В.Н., Гук И.В. Экспериментальное исследование эффективности действия технических средств на основе гетерогенной двухфазной среды для защиты от подводного взрыва // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2018. № 5–6. С. 58–65.

8. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Фроленков Ю.А. Некоторые особенности уничтожения взрывоопасных устройств с использованием специальных устройств иностранного производства // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2010. № 2. С. 105–112.

9. Спивак А.И., Фроленков Ю.А., Кривошеев М.В. К вопросу нейтрализации взрывоопасных устройств бездетонационным методом с использованием специализированных средств иностранного производства // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5–6. С. 47–54.

10. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Фроленков Ю.А. К вопросу обеспечения безопасности при уничтожении взрывоопасных устройств с использованием специальных средств иностранного производства // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2010. № 7–8. С. 3–10.

11. Семашкин Г.В., Васильев В.Д., Фроленков Ю.А. и др. Способ и устройство разрушения взрывоопасных предметов / Актуальные проблемы защиты и безопасности // Труды XXIII Всероссийской науч.-практ. конф., 2020. Технические средства противодействия терроризму. С. 69–72.

12. Васильев В.Д., Малин Р.Ю., Ахметзянов А.И. и др. Некоторые аспекты использования малогабаритных зарядов взрывчатого вещества, формирующих ударное ядро, в борьбе с проявлениями международного терроризма /

Актуальные проблемы защиты и безопасности // Труды XXVI Всероссийской науч.-практ. конф., 2023. Т. 2. Технические средства противодействия терроризму. С. 52–55.

13. Сильников М.В., Васильев Н.Н., Спивак А.И. и др. Исследование закономерностей формирования ударного ядра при уничтожении взрывоопасных предметов дистанционным бездетонационным методом / Актуальные проблемы защиты и безопасности // Труды XIV Всероссийской науч.-практ. конф., 2011. Т. 2. Технические средства противодействия терроризму. С. 81–85.

References

1. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Vasiliev V.D. et al. On the issue of organizing work to clear the area from explosive objects after emergency incidents at ammunition storage facilities // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2012. No 3–4. Pp. 20–30.

2. Dunilov K.K., Frolenkov Yu.A., Malkuta V.O. Ways to increase the efficiency of training specialists in reconnaissance and neutralization of mine-explosive devices // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2011. No 3–4. Pp. 68–71.

3. Silnikov M.V., Spivak A.I., Pugachev A.N., Sazykin A.M. On the issue of developing specialized equipment for ensuring mine clearance and performing special tasks // Izvestia Rossijskoj akademii raketnyh i artillerijskih nauk. 2015. No 3. Pp. 85–90.

4. Mikhailin A.I., Spivak A.I., Chernyshov M.V. et al. Development and testing of combined means of localizing the damaging factors of an explosion with the effect of a directed explosion // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2011. No 7–8. Pp. 9–16.

5. Dmitriev V.Ya., Shishkin V.N., Danilov N.A. et al. On the issue of studying the patterns of reducing the level of excess pressure in the front of an air shock wave using devices for protection against explosions «Fontan» // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2014. No 9–10. Pp. 61–64.

6. Silnikov M.V., Guk I.V., Mikhailin A.I., Shishkin V.N. Experimental and theoretical study of the effectiveness of technical devices based on a heterogeneous two-phase medium to suppress the damaging factors of an underwater explosion

// News of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. 2018. No 1. Pp. 59–68.

7. Silnikov M.V., Mikhailin A.I., Shishkin V.N., Guk I.V. Experimental study of the effectiveness of technical means based on a heterogeneous two-phase medium for protection against underwater explosions // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2018. No 5–6. Pp. 58–65.

8. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Frolenkov Yu.A. Some features of the destruction of explosive devices using special foreign-made devices // News of Izvestia Rossijskoj akademii raketnyh i artillerijskih nauk. 2010. No 2. Pp. 105–112.

9. Spivak A.I., Frolenkov Yu.A., Krivoshev M.V. et al. To the issue of neutralizing explosive devices using a non-detonation method using specialized foreign-made equipment // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2014. No 5–6. Pp. 47–54.

10. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Frolenkov Yu.A. On the issue of ensuring safety during the destruction of explosive devices using special foreign-made means // Issues of defense technology. Series 16.

Technical means of countering terrorism. 2010. No 7–8. Pp. 3–10.

11. Semashkin G.V., Vasiliev V.D., Frolenkov Yu.A. et al. Method and device for destroying explosive objects / Current problems of protection and safety // Proceedings of the 23rd All-Russian Scientific and Industrial Complex 2020. Technical means of countering terrorism. Pp. 69–72.

12. Vasiliev V.D., Frolenkov Yu.A., Malin R.Yu. et al. Akhmetzyanov A.I. Some aspects of the use of small-sized explosive charges that form a shock core in the fight against manifestations of international terrorism / Current problems of protection and safety // Proceedings of the 26th All-Russian Scientific and Industrial Complex 2023. Vol. 2. Technical means of countering terrorism. Pp. 52–55.

13. Silnikov M.V., Vasiliev N.N., Spivak A.I. et al. Study of the patterns of the formation of a shock core during the destruction of explosive objects by a remote non-detonation method / Current problems of protection and safety // Proceedings of the 14th All-Russian Scientific and Industrial Complex 2011. Vol. 2. Technical means of countering terrorism. Pp. 81–85.