

УДК 623.4

doi: 10.53816/23061456_2025_3-4_107

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ
ПРЕДМЕТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ
ОТ ВЗРЫВА**

**RESEARCH OF LOCALIZATION OF EXPLOSIVE OBJECTS USING DEVICES
FOR EXPLOSION PROTECTION**

А.С. Пучков, канд. техн. наук А.И. Спивак, С.Н. Васильева, А.А. Сизов

A.S. Puchkov, Ph.D. A.I. Spivak, S.N. Vasileva, A.A. Sizov

НПО Спецматериалов

Рассмотрены вопросы использования устройств для защиты от взрыва для локализации в местах временного хранения и при транспортировании к месту уничтожения в полигонных условиях взрывоопасных предметов, обнаруженных в ходе инженерной очистки местности и гуманитарного разминирования. Экспериментальным методом подтверждено обеспечение сохранности пола помещения или кузова транспортных средств, эквивалентного стальному листу толщиной 8 мм, при несанкционированных срабатываниях в устройствах для защиты от взрыва расчетных зарядов тринитротолуола (ТНТ). Установлено, что устройства для защиты от взрыва могут быть использованы для изоляции взрывоопасных предметов (ВОП), обнаруженных в ходе инженерной очистки местности или гуманитарного разминирования, при их временном хранении и транспортировании к месту уничтожения в полигонных условиях.

Ключевые слова: заряд взрывчатого вещества, устройство для защиты от взрыва, воздушная ударная волна, избыточное давление, прогиб стального листа.

The issues of using explosion protection devices for localization in places of temporary storage and during transportation to the site of destruction in testing grounds of explosive objects discovered during engineering clearance of the area and humanitarian demining are considered. The experimental method has confirmed the safety of the floor of a room or the body of a vehicle, equivalent to a steel sheet 8 mm thick, in the event of unauthorized activation of devices for protection against the explosion of calculated TNT charges. It has been established that explosion protection devices can be used to isolate explosive substances discovered during engineering clearance of an area or humanitarian demining, during their temporary storage and transportation to the site of destruction in landfill conditions.

Keywords: explosive charge, explosion protection device, air shock wave, overpressure, steel sheet deflection.

В современных условиях проведения специальной военной операции, наличия региональных военных конфликтов, совершения противоправных актов террористической направленнос-

ти с применением взрывоопасных предметов (ВОП) особую актуальность приобретает вопрос очистки местности от ВОП [1] подготовленными специалистами [2], в том числе при проведении

гуманитарного разминирования, с использованием специализированной техники [3]. В этих условиях широкое применение получили устройства для защиты от взрыва (УЗВ), предназначенные для решения задач по изоляции ВОП с последующим их уничтожением [4].

Одними из наиболее эффективных отечественных мобильных УЗВ являются изделия «Фонтан», разработки и производства АО «НПО Спецматериалов», которые подтвердили свои высокие защитные свойства при локализации оболочечных и безоболочечных зарядов взрывчатого вещества (ВВ), а также усиленных зарядов ВВ [5, 6], в том числе под водой [7, 8].

УЗВ «Фонтан» снижают до минимума человеческие жертвы и разрушения за счет эффективного подавления фугасного, осколочно-го, термического и термобарического действия взрывов размещенных в них ВОП за счет уникальных амплитудно-частотных и релаксационных характеристик специального многофазного диспергента, являющегося основной рабочей средой изделия [9–11].

Актуальной задачей, связанной с использованием подобных устройств, является исследование бризантного, фугасного действия зарядов взрывчатых веществ, размещенных в них, на подстилающую поверхность с целью оценки возможности использования их внутри помещений или на транспортных средствах.

Для оценки бризантного, фугасного действия зарядов взрывчатых веществ, размещенных в УЗВ, были проведены исследования методом

подрыва заряда ТНТ массой 0,5 кг с использованием УЗВ «Фонтан-1» модели 05К [12]. Вид УЗВ «Фонтан-1» модели 05К представлен на рис. 1, а его характеристики — в табл. 1.

Для имитации воздействия взрыва на пол помещения или транспортных средств подрывы зарядов ТНТ проводились на стальном листе размерами 0,8×0,8 м, толщиной 8 мм, установленном на расстоянии 0,3 м над грунтом. После каждого опыта производилась замена стального листа, кроме серии 5 опытов, когда листы использовались повторно.

Воздействие на пол оценивалось по величине остаточного прогиба стального листа, измеренного в двух направлениях — по диагонали и параллельно стороне листа, как показано на рис. 2.

Для подтверждения факта штатного срабатывания УЗВ, а именно снижения уровня избы-



Рис. 1. Вид устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 05К

Таблица 1

Характеристики устройства защиты от взрыва «Фонтан» модели 05К

Модель изделия	Наружные габаритные размеры, мм	Размеры внутренней полости, мм	Внутренний объем не более, куб. дм	Масса не более, кг	Нормативная масса локализуемого заряда ТНТ, кг
«Фонтан-1» модели 05К	440×440×440	220×220×180	10	30	0,5

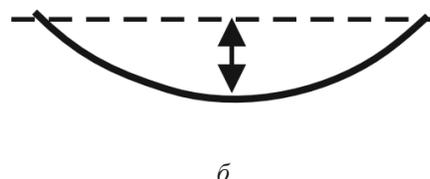
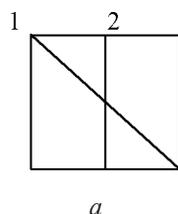


Рис. 2. Схема определения величины остаточного прогиба стального листа по направлению а: 1 — в направлении диагонали стального листа, 2 — параллельно стороне стального листа; б — абсолютной величине

точного давления во фронте ударной волны на фиксированном расстоянии до уровня не более 50 кПа, с помощью пьезоэлектрических датчиков давления ПД-7-1,5М цифровым многоканальным осциллографом на базе персонального компьютера осуществлялась регистрация уровня избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (ВУВ) [12]. Схема расположения датчиков давления относительно заряда ВВ и УЗВ «Фонтан-1» модели 05К представлена на рис. 3.

Исследование включало серию экспериментов, а именно:

- открытый подрыв заряда ТНТ на стальном листе;
- открытый подрыв заряда ТНТ, приподнятого над стальным листом;

- подрыв заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К на стальном листе;
- подрыв заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К без крышки на стальном листе;
- подрыв заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, приподнятом над стальным листом;
- два подрыва заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К на одном стальном листе.

Вид УЗВ «Фонтан-1» модели 05К перед подрывом заряда ТНТ представлен на рис. 4.

Условия проведения экспериментов представлены в табл. 2.

Кинограммы открытого подрыва заряда ТНТ массой 0,5 кг и подрыва аналогичного заряда ТНТ, размещенного в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, представлены на рис. 5 и 6.

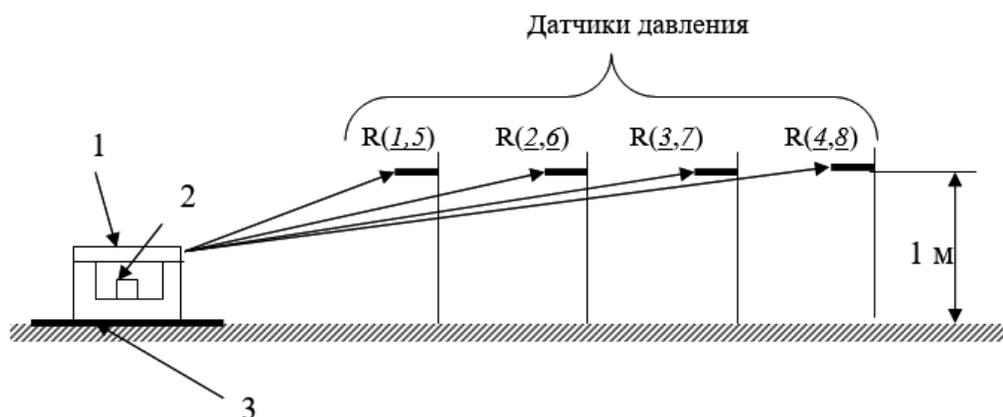


Рис. 3. Схема расположения (вид сбоку) заряда, устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 05К и датчиков давления: 1 — устройство для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 05К; 2 — заряд ТНТ; 3 — плита

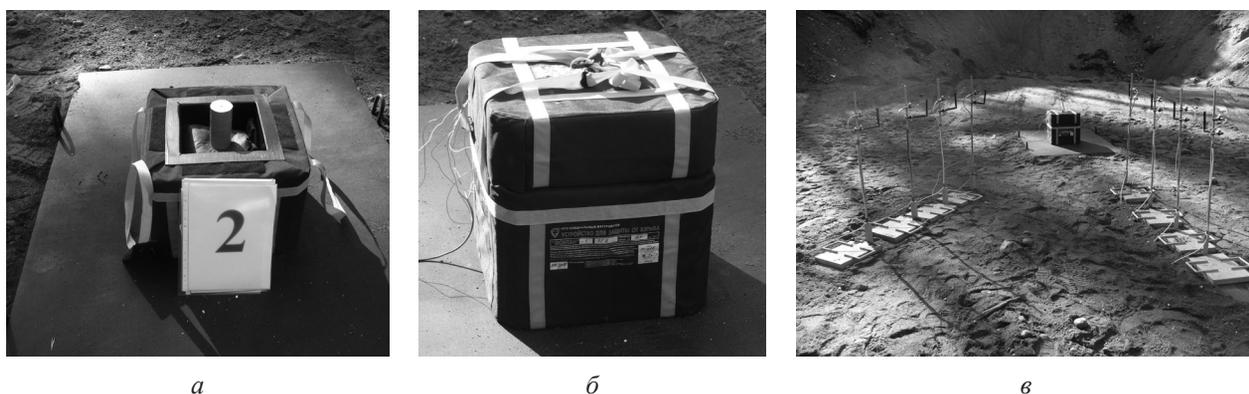
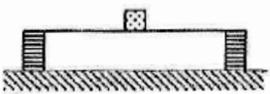
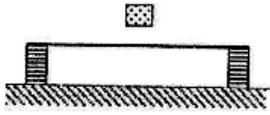
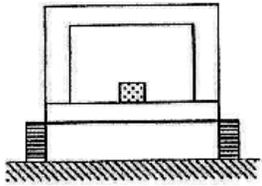
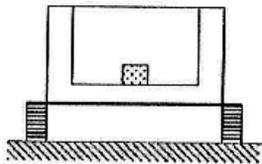
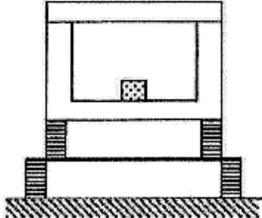
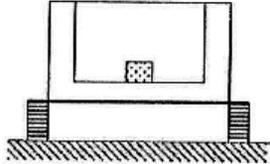


Рис. 4. Вид заряда ТНТ массой 0,5 кг перед подрывом с использованием устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 05К: а — вид заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К; б — вид УЗВ «Фонтан-1» модели 05К с зарядом ТНТ массой 0,5 кг; в — вид УЗВ «Фонтан-1» модели 05К с зарядом ТНТ массой 0,5 кг и измерительных цепей

Условия проведения экспериментов

№ п/п	Условное обозначение эксперимента	Схема проведения эксперимента	Условие проведения эксперимента
1	Серия опытов 1		<p>Открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг, расположенного на стальном листе 0,8×0,8 м толщиной 8 мм в его центре. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом</p>
2	Серия опытов 2		<p>Открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг на высоте 0,1 м от стального листа 0,8×0,8 м толщиной 8 мм. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом</p>
3	Серия опытов 3		<p>Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, установленном на стальном листе 0,8×0,8 м толщиной 8 мм. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом</p>
4	Серия опытов 4		<p>Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К без крышки, установленном на стальном листе 0,8×0,8 м толщиной 8 мм. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом</p>
5	Серия опытов 5		<p>Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, установленном над стальным листом 0,8×0,8 м толщиной 8 мм на высоте 0,12 м. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом</p>
6	Серия опытов 6		<p>Повторный подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан» модели 05К без крышки, установленном на стальном листе 0,8×0,8 м толщиной 8 мм. Стальной лист расположен на высоте 0,3 м над грунтом. Стальные листы использованы повторно после серии опытов 4</p>

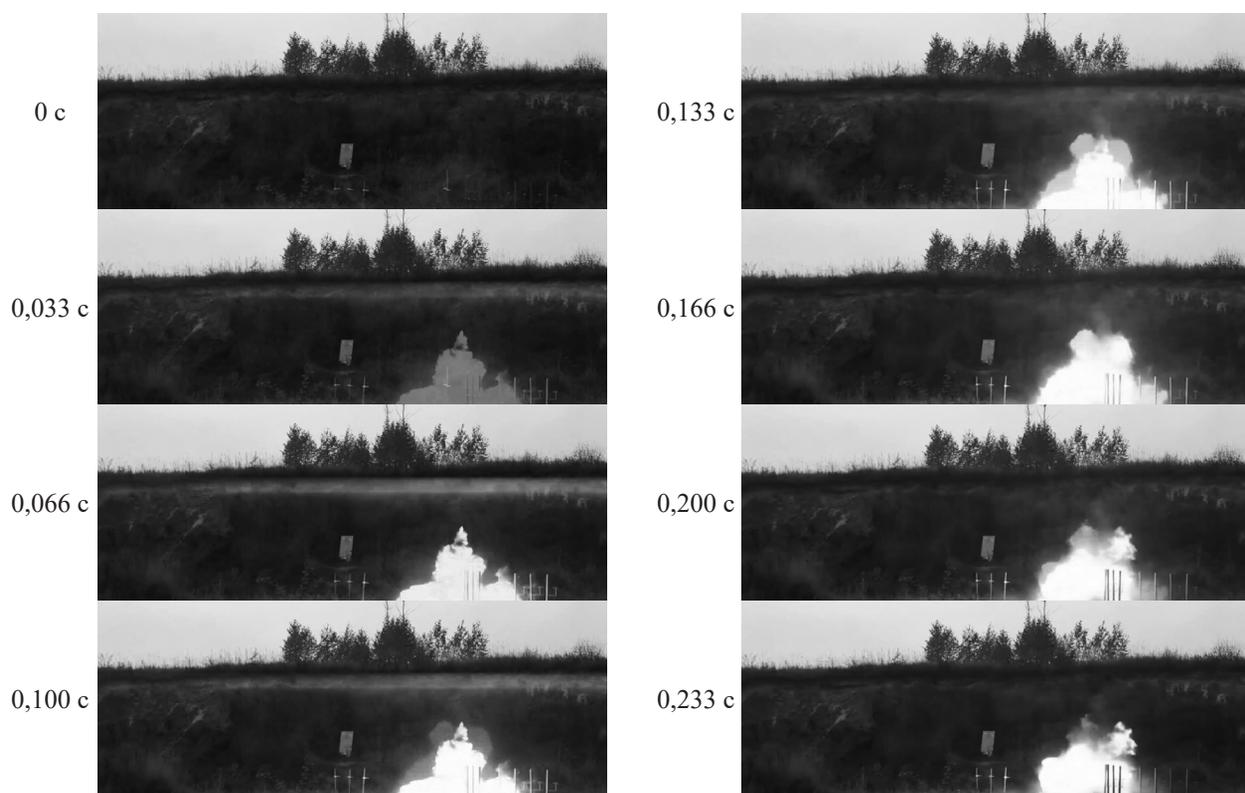


Рис. 5. Кинограмма подрыва открытого заряда ТНТ массой 0,5 кг

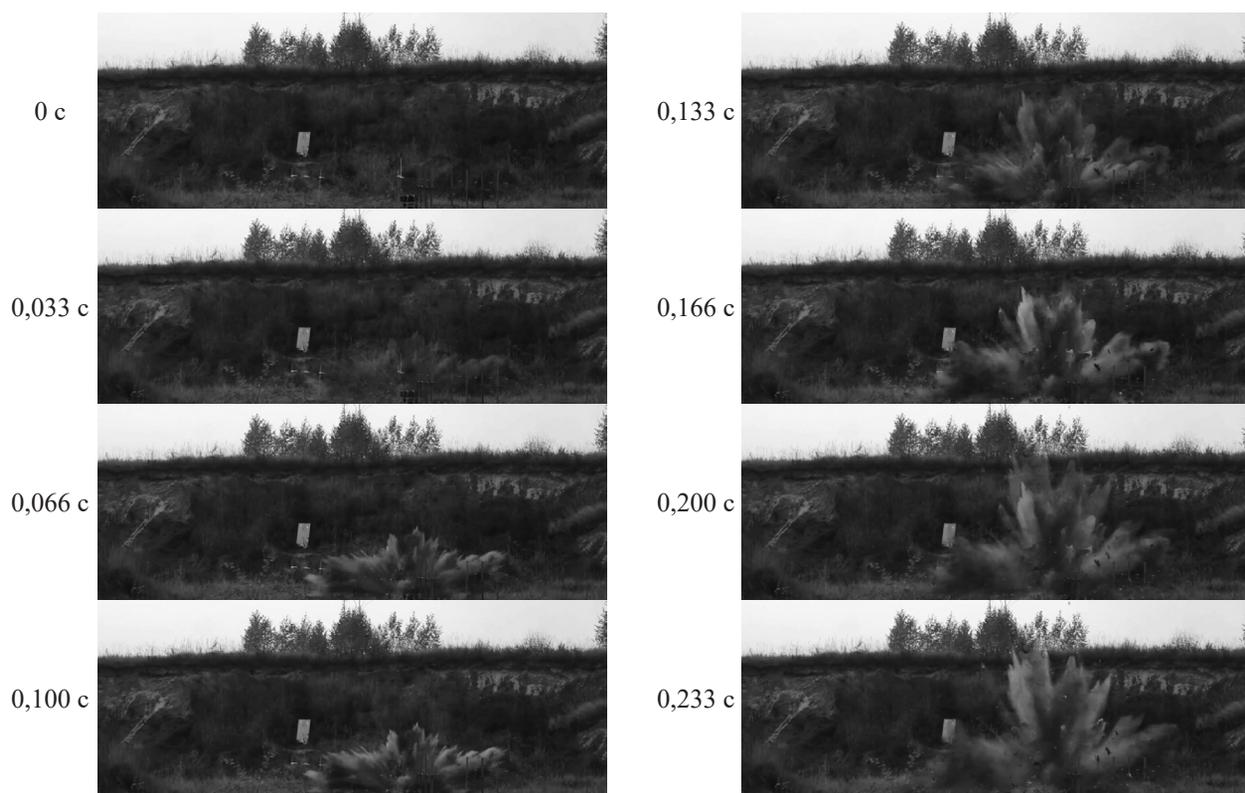


Рис. 6. Кинограмма подрыва заряда ТНТ массой 0,5 кг с использованием устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 05К

В результате обработки экспериментальных данных [13] получены статистические модели зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ и импульса давления от приведенного расстояния с использованием метода наименьших квадратов. При этом приведенное расстояние:

$$R^* = R / m^{\frac{1}{3}},$$

где R^* — приведенное расстояние;

m — эквивалентная масса ВВ;

R — расстояние от точки подрыва.

Было рассмотрено несколько видов функций $y = f(x, a, b, \dots)$ и выбрана функция, для которой суммарная погрешность $\sum_{i=1}^n [f(x_j, a, b, \dots) - y_i]^2$ оказалась минимальной.

Вид статистических моделей зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ от приведенного расстояния представлен в табл. 3.

Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ при взрыве локализованного заряда

ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К от приведенного расстояния представлены на рис. 7.

Вид статистических моделей зависимостей импульса давления во фронте ВУВ от приведенного расстояния представлен в табл. 4.

Зависимости импульса давления во фронте ВУВ при взрыве локализованного заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К от приведенного расстояния представлены на рис. 8.

Анализ результатов, представленных на рис. 5–8 и в табл. 3 и 4, показывает, что УЗВ «Фонтан-1» модели 05К во всех экспериментах сработали штатно, что подтверждается снижением уровня избыточного давления во фронте ВУВ до заданного уровня. В связи с этими обстоятельствами, все измерения прогиба стальных листов в соответствии со схемой, представленной на рис. 2, относятся к разряду счетных и были использованы для исследования.

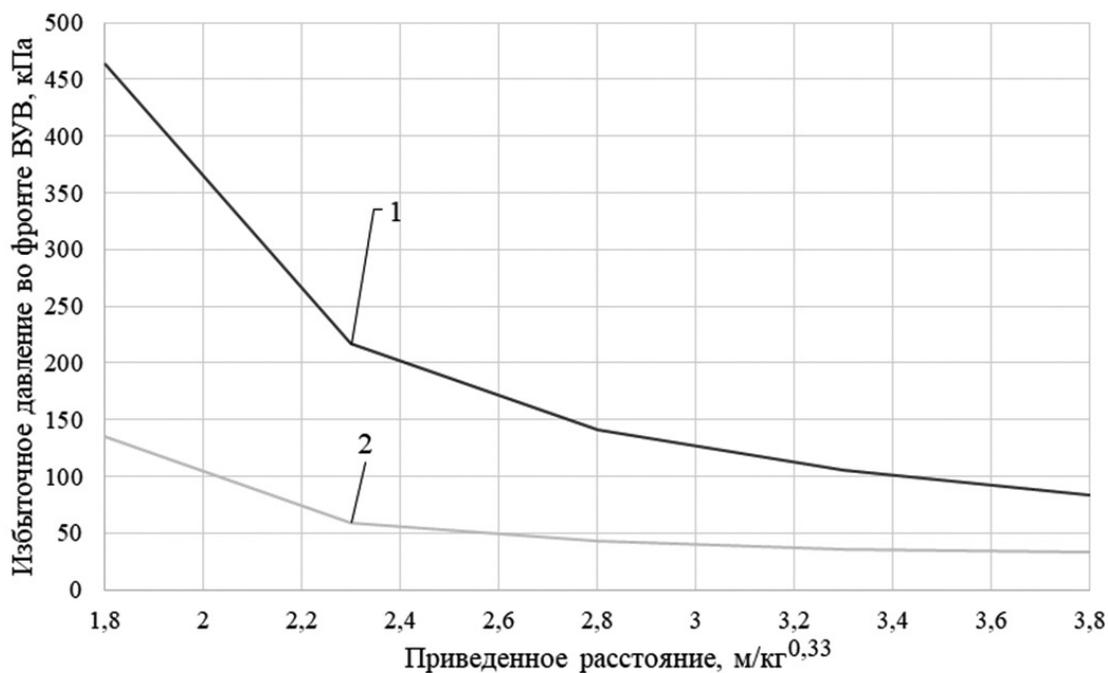
Вид измерения прогиба стального листа после одного из экспериментов представлен на рис. 9.

Таблица 3

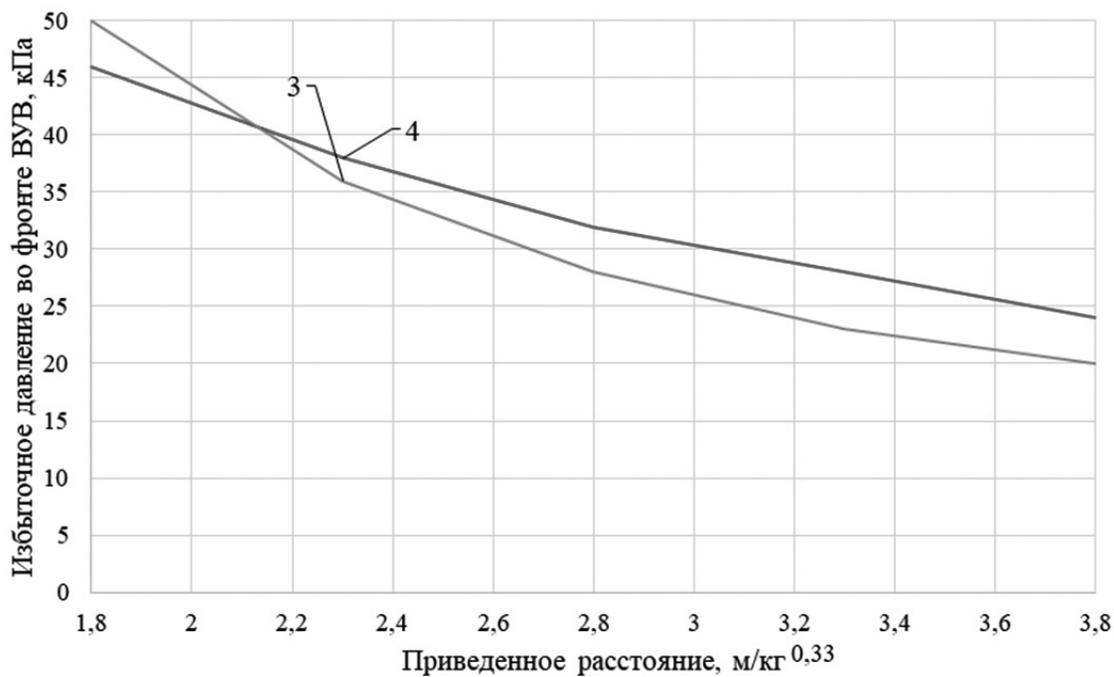
Вид статистических моделей зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ от приведенного расстояния

№ п/п	Условие проведения эксперимента	Вид статистической модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Среднеквадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			a	b			
1	Открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг на высоте 0,1 м от стального листа (Серия опытов 2)	$Y = a / (b + x)$	205,825	-1,355	5	0,0003	0,996
2	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К (Серия опытов 3)	$Y = a / (b + x)$	103,491	0,429	2	0,0074	0,994
3	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К без крышки (Серия опытов 4)	$Y = a x / (b + x)$	19,376	-1,544	2	0,0008	0,995
4	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К (Серия опытов 5)	$Y = a / (b + x)$	64,145	-0,523	2	0,0006	0,999

Примечание: область определения аргумента от 1,886 до 3,770 м/кг^{0,33}



а



б

Рис. 7. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от приведенного расстояния.

- а: 1 — открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг,
 2 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К без крышки;
 б: 3 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, установленном на подставке;
 4 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К

Таблица 4

Вид статистических моделей зависимостей импульса давления от приведенного расстояния

№ п/п	Условие проведения эксперимента	Вид статистической модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			a	b			
1	Открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг на высоте 0,1 м от стального листа (Серия опытов 2)	$Y = a \exp(b/x)$	28,657	2,2865	4	0,050	0,978
2	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К (Серия опытов 3)	$Y = a + bx$	38,541	-4,885	2	0,441	0,991
3	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К без крышки (Серия опытов 4)	$Y = a + b/x$	14,889	44,456	1	0,358	0,997
4	Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К (Серия опытов 5)	$Y = a + b/x$	11,320	29,589	1	0,164	0,998

Примечание: область определения аргумента от 1,886 до 3,770 м/кг^{0,33}

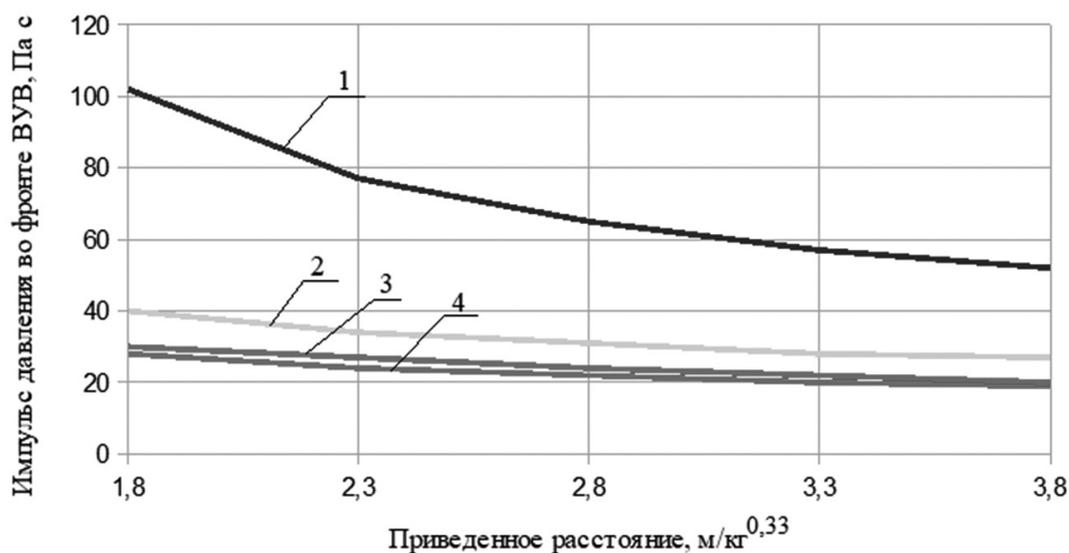


Рис. 8. Зависимости импульса давления во фронте ВУВ от приведенного расстояния:
 1 — открытый подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг; 2 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в изделии «Фонтан-1» модели 05К без крышки; 3 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в изделии «Фонтан-1» модели 05К, установленном на подставке; 4 — подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в изделии «Фонтан-1» модели 05К

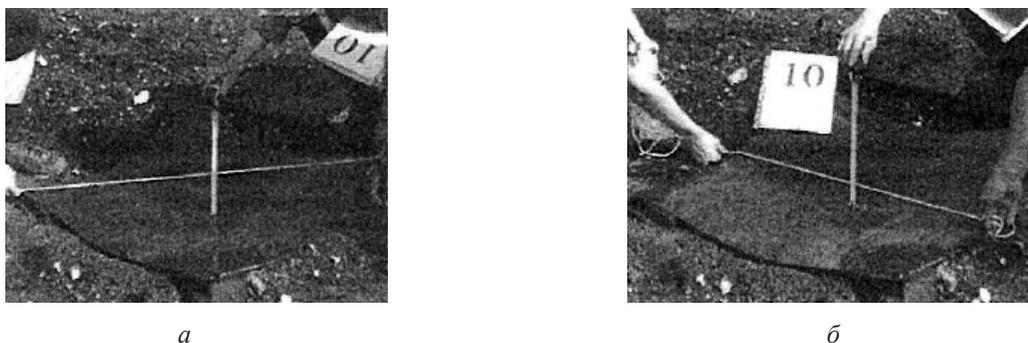


Рис. 9. Вид измерения величины остаточного прогиба стального листа по диагонали (а) и параллельно стороне листа (б) после подрыва заряда ТНТ

В результате открытого подрыва заряда ТНТ массой 0,5 кг, расположенного на стальном листе 0,8×0,8 м толщиной 8 мм в его центре, в стальном листе образовалась сквозная пробоина размерами 250×100 мм с фрагментацией материала листа, что подтверждает возможность повреждения пола помещения или транспортного средства нелокализованным зарядом ТНТ.

Экспериментальные значения величин остаточного прогиба стального листа для серий опытов представлены в табл. 5.

Анализ результатов, представленных в табл. 5, показывает, что во всех случаях использования УЗВ «Фонтан-1» модели 05К при подрыве в нем заряда ТНТ массой 0,5 кг отмечается увеличение величины остаточного прогиба стального листа в направлении диагонали в 1,6...2 раза, в направлении стороны — в 1,3...1,6 раза в сравнении с открытым приподнятым на 0,1 м над стальным листом аналогичным зарядом ТНТ. УЗВ «Фонтан-1» модели 05К обеспечивает сохранность пола помещения или транспортного средства в соответствии с эквивалентом по стальному листу толщиной 8 мм при подрыве локализованного заряда ТНТ массой 0,5 кг, тогда как подрыв аналогичного заряда ТНТ, размещенного на

стальном листе, приводит к его разрушению. Следует отметить, что размещение УЗВ «Фонтан-1» модели 05К на подставках высотой 0,12 м над стальным листом не оказывает значимого влияния на величину прогиба листа в сравнении с экспериментами, когда УЗВ «Фонтан-1» серии 05К размещался непосредственно на стальном листе. УЗВ «Фонтан-1» модели 05К также обеспечивает сохранность пола помещения или транспортного средства при подрыве заряда ТНТ массой 0,5 кг в случае отсутствия верхней крышки, при этом отмечаются повышенные уровни избыточного давления во фронте ВУВ и импульса давления (рис. 7 и 8), а также при повторном подрыве с двухкратным использованием стального листа.

Таким образом, УЗВ серии «Фонтан» обеспечивают сохранность пола помещения или транспортных средств, соответствующего по эквиваленту стальному листу толщиной 8 мм, при несанкционированных срабатываниях в них расчетных зарядов ТНТ и могут быть использованы для временной изоляции обнаруженных ВОП в ходе инженерной очистки местности или гуманитарного разминирования или их транспортирования к месту уничтожения в полигонных условиях.

Таблица 5

Величины остаточных прогибов стальных листов после экспериментов

№ п/п	Направление измерения	Величина остаточного прогиба стального листа, см				
		номер серии опытов				
		2	3	4	5	6
1	В направлении диагонали стального листа	9,0	15,0	17,0	15,0	18
2	В направлении, параллельном стороне стального листа	5,3	7,8	8,5	7,0	8,0

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. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Дунилов К.К. 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. 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 (87). С. 85–90.

4. Сильников М.В. Технические средства предотвращения и противодействия терроризму // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2003. № 1–2. С. 3–7.

5. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Дмитриев В.Я. и др. К вопросу снижения фугасного действия взрыва устройствами для защиты от взрыва «Фонтан» при срабатывании усиленных зарядов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5–6. С. 47–54.

6. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Дмитриев В.Я. 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. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 9–10. С. 61–64.

7. 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 (101). С. 59–68.

8. 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 (119–120). С. 58–65.

9. Сильников М.В., Васильев Н.Н., Ермолаев В.А., Михайлин А.И. Об оценке эффективности модульных локализаторов взрыва // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2004. № 9–10. С. 49–53.

10. Сильников М.В., Васильев Н.Н., Михайлин А.И. Экспериментальное определение защитных характеристик модульных локализаторов взрыва // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2003. № 3–4. С. 83–85.

11. 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.

12. Сильников М.В., Спивак А.И., Васильев Н.Н. и др. Экспериментальное исследование снижения фугасного действия взрыва устройствами защиты серии «Фонтан» при срабатывании усиленных зарядов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму, 2013. № 11–12. С. 28–36.

13. Научно-технический отчет «Разработка теоретических основ и экспериментальное исследование новых материалов на основе гетерогенных сред для использования в новом поколении систем защиты от взрыва. Создание новых многофазных гетерогенных материалов для использования в системах защиты от взрыва». Шифр «Экран». СПб.: АО «НПО Спецматериалов», 2004. 75 с.

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. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Dunilov K.K. et al. 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 Rossiiskoi akademii raketnih i artilleriiskih nauk. 2015, No 3 (87). Pp. 85–90.

4. Silnikov M.V. Technical means of preventing and countering terrorism // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2003. No 1–2. Pp. 3–7.

5. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Dmitriev V.Ya. et al. On the issue of reducing the high-explosive effect of an explosion using «Fontan» explosion protection devices when amplified charges are triggered // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2014. No 5–6. Pp. 47–54.

6. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Dmitriev V.Ya. 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.

7. Silnikov M.V., Guk I.V., Mikhaylin A.I., Shishkin V.N. Experimental and theoretical investigation of efficiency of technical devices based on heterogeneous two-phase medium for mitigation of underwater explosion lethal factor // Izvestia RARAN. 2018. No 1 (101). Pp. 59–68.

8. Silnikov M.V., Guk I.V., Mikhaylin A.I., Shishkin V.N. Experimental study of efficiency of technical means based on heterogeneous two-phase environment for protection from underwater explosion // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2018. No 5–6 (119–120). Pp. 58–65.

9. Silnikov M.V., Vasiliev N.N., Ermolaev V.A., Mikhailin A.I. On assessing the effectiveness of modular explosion localizers // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2004. No 9–10. Pp. 49–53.

10. Silnikov M.V., Vasiliev N.N., Mikhailin A.I. Experimental determination of the protective characteristics of modular explosion localizers // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2003. No 3–4. Pp. 83–85.

11. 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.

12. Silnikov M.V., Spivak A.I., Vasiliev N.N. et al. Experimental study of the reduction of the high-explosive effect of an explosion using protection devices of the «Fontan» series when amplified charges are triggered // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2013. No 11–12. Pp. 28–36.

13. Scientific and technical report «Development of theoretical foundations and experimental research of new materials based on heterogeneous media for use in a new generation of explosion protection systems. Creation of new multiphase heterogeneous materials for use in explosion protection systems». Code «Screen». St. Petersburg: JSC NPO Spetsmaterialov, 2004. 75 p.