

УДК 623.4

doi: 10.53816/23061456_2025_1–2_75

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ МОБИЛЬНОГО
КОМПЛЕКСА ЛОКАЛИЗАЦИИ ВЗРЫВА НА БАЗЕ УСТРОЙСТВ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВЗРЫВА КОНТЕЙНЕРНОГО ТИПА**

**STUDY OF THE POSSIBILITY OF CREATING A MOBILE EXPLOSION
LOCALIZATION COMPLEX BASED ON CONTAINER-TYPE EXPLOSION
PROTECTION DEVICES**

*Канд. техн. наук И.В. Гук¹, канд. техн. наук А.И. Спивак¹,
канд. техн. наук А.Н. Сауткин², С.Н. Васильева¹*

Ph.D. I.V. Guk, Ph.D. A.I. Spivak, Ph.D. A.N. Sautkin, S.N. Vasileva

¹НПО Спецматериалов, ²ЛМЗ им. К. Либкнехта

Рассмотрен вопрос создания мобильного комплекса локализации взрыва на базе штатного устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 20К с использованием транспортировочной тележки. На основании экспериментальных исследований показано, что мобильный комплекс для локализации взрыва на основе штатного устройства для защиты «Фонтан-1» модели 20К, размещенного на специальной транспортировочной тележке, обеспечивает эффективное снижение уровня избыточного давления во фронте воздушной ударной волны на нормированном расстоянии для штатного устройства для защиты «Фонтан-1» модели 20К и может быть использован специалистами-взрывотехниками для решения задач по изоляции взрывоопасных предметов с последующим их уничтожением при очистке местности и гуманитарном разминировании.

Ключевые слова: устройство для защиты от взрыва, мобильный комплекс локализации взрыва, воздушная ударная волна, избыточное давление во фронте воздушной ударной волны.

The issue of creating a mobile explosion localization complex based on the standard explosion protection device «Fontan-1» model 20K using a transport trolley is considered. Based on experimental studies, it is shown that the mobile explosion localization complex based on the standard protection device «Fontan-1» model 20K, placed on a special transport trolley, provides an effective reduction in the level of excess pressure in the front of an air shock wave at a standard distance for the standard protection device «Fontan-1» model 20K and can be used by explosive experts to solve problems of isolating explosive objects with their subsequent destruction during terrain clearance and humanitarian demining.

Keywords: explosion protection device, mobile explosion localization complex, air shock wave, excess pressure in the front of an air shock wave.

В современных условиях проведения специальной военной операции, наличия региональных военных конфликтов, совершения противо-

правных актов террористической направленности 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].

Одним из наиболее эффективных отечественных мобильных УЗВ являются изделия «Фонтан», разработки и производства АО «НПО Спецматериалов», которые подтвердили свои высокие защитные свойства при локализации оболочечных [5] и безоболочечных [6] зарядов взрывчатого вещества (ВВ), а также усиленных зарядов ВВ [7], в том числе под водой [8, 9] и направленного действия [10].

УЗВ «Фонтан» снижают до минимума человеческие жертвы и разрушения за счет эффективного подавления фугасного, осколочно-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 [11, 12].

В целях удобства использования специалистами-взрывотехниками УЗВ контейнерного

типа, масса которых может составлять 80 кг и более, возникает необходимость разработки мобильного комплекса локализации взрыва. Принципиальным отличием мобильного комплекса от штатного УЗВ контейнерного типа является наличие транспортировочной тележки для перемещения (перевозки) УЗВ на местности.

Мобильный комплекс локализации взрыва представляет собой штатное устройство для защиты от взрыва «Фонтан-1» модели 20К, размещенное на транспортировочной тележке. Вид мобильного комплекса локализации взрыва представлен на рис. 1.

Нормативные характеристики УЗВ «Фонтан-1» модели 20К представлены в табл. 1.

Транспортировочная тележка представляет собой сварную конструкцию, на которой размещены четыре платформы с колесами, узел крепления съемной ручки, а также материал заполнения каркаса тележки, не образующий при взрыве вторичные поражающие элементы. Фиксация ручки в узле крепления осуществляется за счет подпружиненной защелки. Колеса тележки имеют резиновый обод, независимые оси вращения и способны поворачиваться на 360° относительно вертикальной оси опоры. Два колеса оборудованы тормозными системами. Вид транспортировочной тележки представлен на рис. 2.



Рис. 1. Вид мобильного комплекса локализации взрыва на основе УЗВ контейнерного типа «Фонтан-1» модели 20К с различным положением транспортной ручки тележки: а — при применении по назначению; б — в положении, перпендикулярном земле; в — в положении, параллельном земле

Таблица 1

Нормативные характеристики УЗВ модели «Фонтан-1» 20К

Модель изделия	Наружные габаритные размеры, мм	Размеры внутренней полости, мм	Внутренний объем не более, дм ³	Масса не более, кг	Нормативная масса локализуемого заряда ТНТ, кг
20К	780×780×630	520×520×340	125	80	2,0

Испытания проводились методом сравнительной оценки избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (ВУВ), полученного при открытом подрыве заряда тринитротолуола (ТНТ) массой 2,0 кг и аналогичных зарядов ТНТ, размещенных в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и мобильном комплексе для локализации взрыва на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К.

Основным параметром, характеризующим эффективность мобильного комплекса, являлось расстояние, на котором величина избыточного давления во фронте ВУВ снижается до уровня 50 кПа — порога баротравмы. Кроме этого, оценивалась целостность конструкции транспортировочной тележки после подрыва.

Подрыв зарядов ТНТ массой 2,0 кг во всех случаях осуществлялся на плите из стали, вкопанной в грунт под нулевой уровень, с использованием электродетонаторов. При этом при подрыве заряда ТНТ в мобильном комплексе колеса транспортировочной тележки стопорились, а

съемная ручка извлекалась из узла крепления к тележке.

При проведении испытаний осуществлялась регистрация избыточного давления во фронте ВУВ с использованием пьезоэлектрических датчиков давления ПД-7-1,5М и цифрового многоканального осциллографа на базе персонального компьютера и платы сбора информации L-783 [13]. Схема размещения датчиков представлена на рис. 3. Расстояния до датчиков давления составляли 2,0...4,5 м.

Вид заряда ТНТ массой 2,0 кг и мишенной обстановки перед открытым подрывом представлен на рис. 4, кинограмма открытого подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг — на рис. 5.

Вид мишенной обстановки перед проведением подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К представлен на рис. 6, после проведения испытаний — на рис. 7, а кинограмма подрыва — на рис. 8.



Рис. 2. Вид транспортировочной тележки:
а — общий вид; б — вид со снятой панелью заполнения каркаса; в — вид тележки снизу

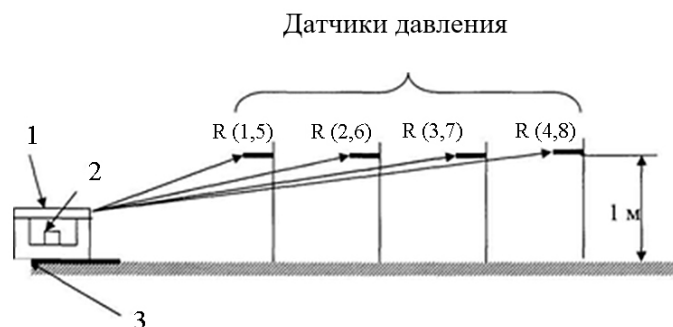


Рис. 3. Схема расположения (вид сбоку) заряда, УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и датчиков давления:
1 — УЗВ «Фонтан-1» модели 20К; 2 — заряд ТНТ; 3 — плита



а



б

Рис. 4. Вид заряда ТНТ массой 2,0 кг (а) и мишенной обстановки (б) перед открытым подрывом



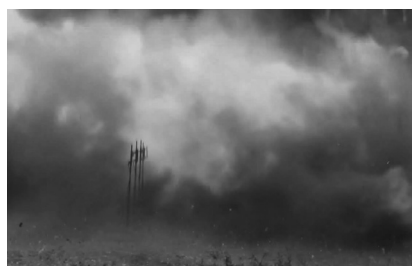
0,00 с



0,12 с



0,16 с



0,20 с



0,52 с



2,84 с

Рис. 5. Кинограмма открытого подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг



а



б

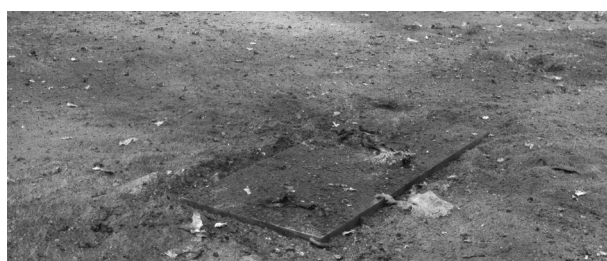


в

Рис. 6. Вид мишенной обстановки перед проведением подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К: а — общий вид мишенной обстановки; б, в — вид размещения заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К



а



б

Рис. 7. Вид мишенной обстановки после проведения подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К: а — общий вид мишенной обстановки; б — вид плиты, на которой размещался УЗВ «Фонтан-1» модели 20К



0,04 с



0,08 с



0,20 с



0,52 с



1,00 с



1,50 с

Рис. 8. Кинограмма подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К

Вид мишенной обстановки перед проведением подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием мобильного комплекса локализации взрыва на базе штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К представлен на рис. 9, после проведения испытаний — на рис. 10, а кинограмма подрыва — на рис. 11.

В результате обработки экспериментальных данных получены статистические модели зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при открытом подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг и аналогичных зарядов ТНТ, размещенных в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и мобильном комплексе для локализации взрыва ВОП на основе УЗВ «Фонтан-1»

модели 20К от расстояния до точки подрыва с использованием метода наименьших квадратов. Было рассмотрено несколько видов функций $y = f(x, a, b, \dots)$ и выбрана функция, для которой суммарная погрешность

$$\sum_{i=1}^n [f(x_i, a, b, \dots) - y_i]^2$$

оказалась минимальной.

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при открытом подрыве заряда ТНТ массой 2 кг и аналогичных зарядов ТНТ, размещенных в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и мобильном комплексе для локализации взрыва ВОП на

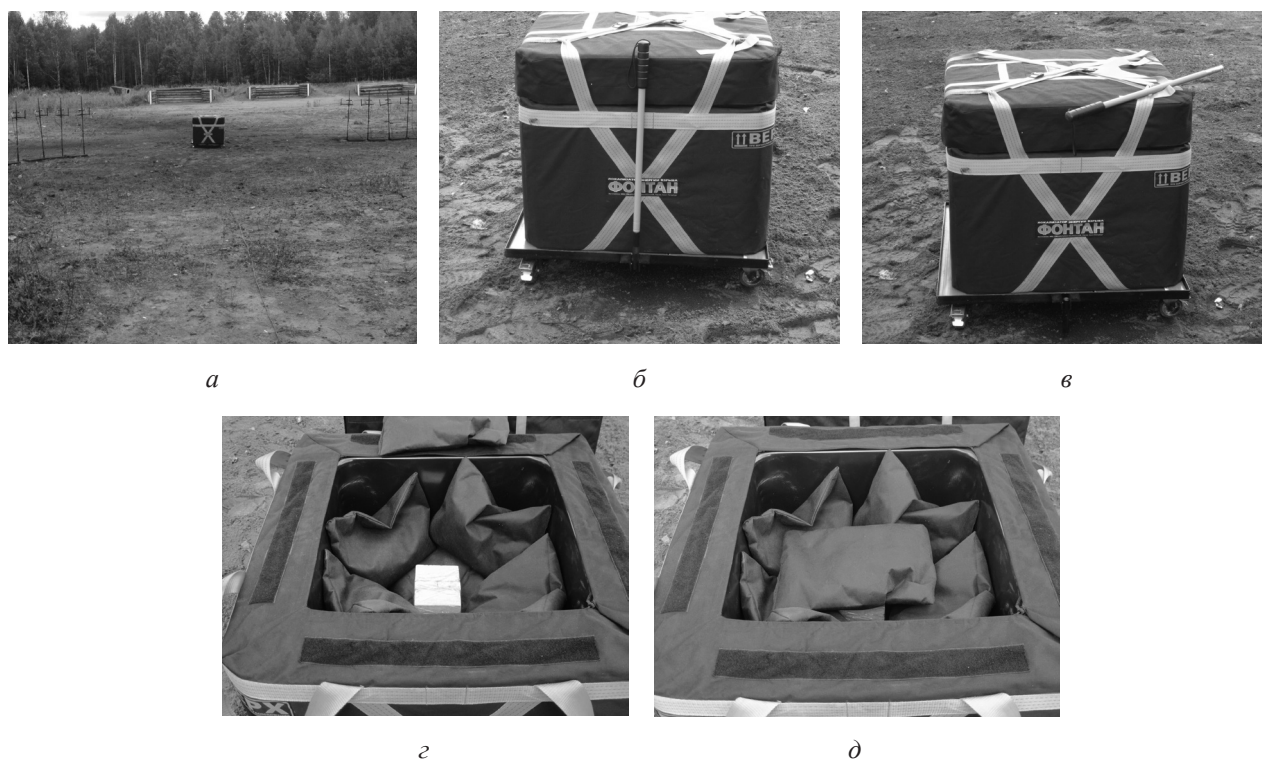


Рис. 9. Вид мишенной обстановки перед проведением подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием мобильного комплекса на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К: а — общий вид мишенной обстановки; б — вид снаряженного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К на транспортной тележке; в — вид снаряженного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К на транспортной тележке без съемной ручки; г, д — вид размещения заряда ТНТ в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К

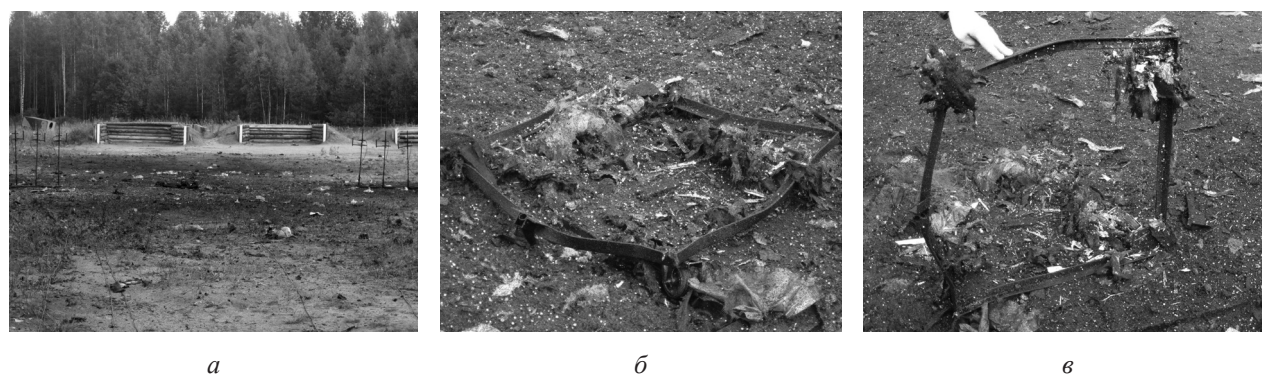


Рис. 10. Вид мишенной обстановки после подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием мобильного комплекса на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К: а — общий вид мишенной обстановки б, в — вид каркаса тележки в горизонтальном и вертикальном положениях

основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К от расстояния до точки подрыва, представлен в табл. 2.

Вид зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при открытом подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг и аналогичных зарядов ТНТ, размещенных в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и мобильном комплек-

се для локализации взрыва ВОП на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К от расстояния до точки подрыва представлен на рис. 12 и 13.

Анализ результатов, представленных в табл. 2 и на рис. 12, 13, показывает, что величина избыточного давления во фронте ВУВ при подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг в УЗВ

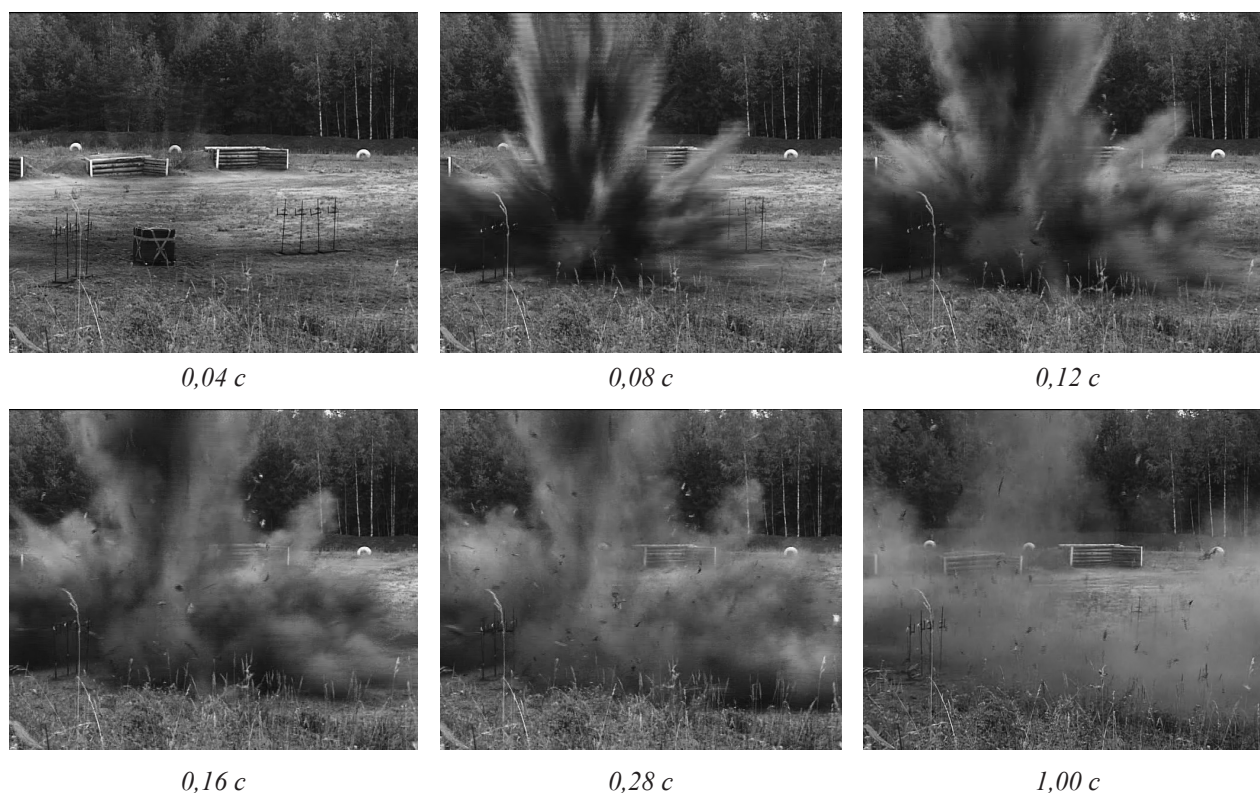


Рис. 11. Кинограмма подрыва заряда ТНТ массой 2,0 кг с использованием мобильного комплекса на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К

Таблица 2

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при открытом подрыве заряда ТНТ массой 2 кг и аналогичных зарядов ТНТ, размещенных в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и мобильном комплексе для локализации взрыва ВОП на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, от расстояния до точки подрыва

№ п/п	Вид испытаний	Вид статистической модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			a	b			
1	Открытый подрыв заряда ТНТ массой 2,0 кг	$Y = a \exp(bx)$	1234,337	-0,586	4	0,0470	0,990
2	Подрыв заряда ТНТ массой 2,0 кг в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К	$Y = x / (a + bx)$	-0,030	0,030	2	0,0004	0,986
3	Подрыв заряда ТНТ массой 2,0 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К в составе мобильного комплекса	$Y = a \exp(bx)$	142,471	-0,346	3	0,0377	0,981

Примечание: область определения аргумента от 2,0 до 4,5 м

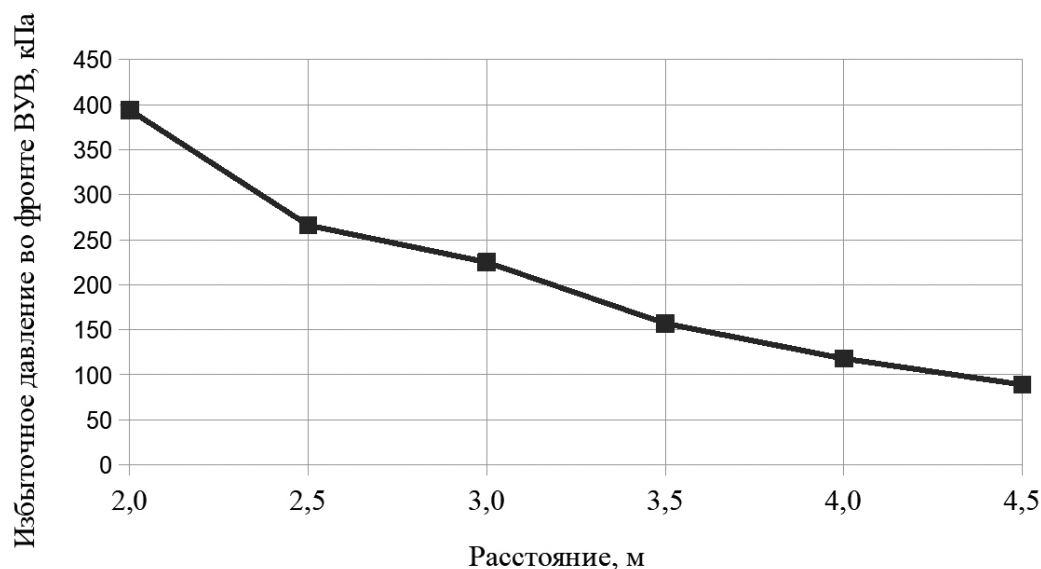


Рис. 12. Вид зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва при открытом подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг

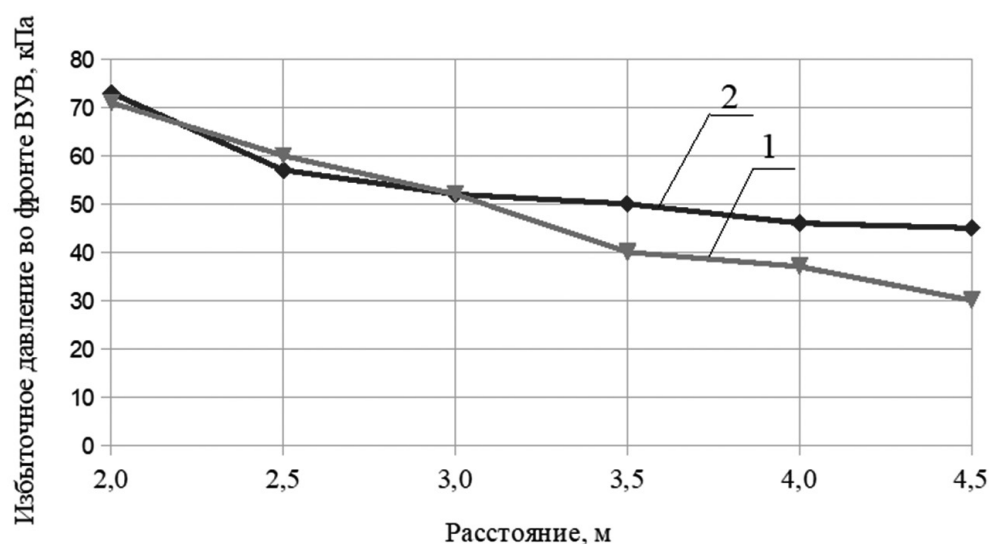


Рис. 13. Вид зависимостей избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва:
 1 — при подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг в штатном УЗВ «Фонтан-1» модели 20К;
 2 — при подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг в мобильном комплексе для локализации взрыва ВОП на основе УЗВ «Фонтан-1» модели 20К

«Фонтан-1» модели 20К в составе мобильного комплекса снижается до уровня 50 кПа (порога баротравмы) на расстоянии 3 м от точки подрыва. Аналогичное расстояние при подрыве заряда ТНТ массой 2 кг в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, размещенного на стальной плите, составляет 2,9 м.

Несущественное различие в полученных расстояниях можно объяснить погрешностями в

определении уровней избыточного давления во фронте ВУВ с использованием датчиков давления ПД-7-1,5М, цифрового многоканального осциллографа на базе персонального компьютера и платы сбора информации L-783.

При этом каркас транспортировочной тележки и установленные на нем несущие элементы целостности не потеряли, вторичных поражающих элементов не зафиксировано.

Таким образом, мобильный комплекс для локализации взрыва на основе штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, размещенного на специальной транспортировочной тележке, обеспечивает эффективное снижение уровня избыточного давления во фронте ВУВ на нормированном расстоянии для штатного УЗВ «Фонтан-1» модели 20К и может быть использован специалистами-взрывотехниками для решения задач по изоляции ВОП с последующим их уничтожением при очистке местности и гуманитарном разминировании.

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. № 3–4. 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. 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. Пучков А.С., Спивак А.И., Васильева С.Н., Фроленков Ю.А. Оценка эффективности устройств для защиты от взрыва при подрыве толстостенных взрывоопасных предметов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2024. № 9–10. С. 52–63.
6. Дмитриев В.Я., Шишкин В.Н., Данилов Н.А. 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. Дмитриев В.Я., Шишкин В.Н., Данилов Н.А., Сазыкин А.М. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Михайлин А.И., Чернышов М.В., Компан Ф.М. 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.
11. 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.
12. Пучков А.С., Сильников Н.М., Спивак А.И., Лебедин А.В. Анализ опыта создания и перспектив развития конструкций устройств для защиты от взрыва, предназначенных для локализации взрывоопасных предметов // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2024. № 4 (134). С. 126–143.
13. Пучков А.С., Гук И.В., Спивак А.И., Васильева С.Н. К вопросу применения цифровых измерителей скорости ударных волн для регист-

рации уровня избыточного давления во фронте воздушной ударной волны при полигонных испытаниях устройств для защиты от взрыва // Известия Российской академии ракетных и артиллерийских наук. 2024. № 1. С. 139–148.

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 RARAN. 2015. No 3. 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. Puchkov A.S., Spivak A.I., Vasilyeva S.N., Frolenkov Yu.A. Evaluation of the effectiveness of devices for protection against explosion during detonation of thick-walled explosive objects // Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2024. No 9–10. 2024. Pp. 52–63.
6. 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.
7. Dmitriev V.Ya., Shishkin V.N., Danilov N.A., Sazykin A.M. 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.
8. 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.
9. 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.
10. Mikhailin A.I., Chernyshov M.V., Kompan F.M. 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.
11. 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.
12. Puchkov A.S., Silnikov N.M., Spivak A.I., Lebedkin A.V. Analysis of the experience of creation and development prospects of designs of explosion protection devices intended for localization of explosive objects // Izvestiya RARAN. 2024. No 4 (134). Pp. 126–143.
13. Puchkov A.S., Guk I.V., Spivak A.I., Vasilyeva S.N. On the issue of using digital shock wave velocity meters to record the level of excess pressure in the front of an air shock wave during field tests of explosion protection devices // Izvestiya RARAN. 2024. No 1. Pp. 139–148.