

УДК 623.4

doi: 10.53816/23061456_2025_9–10_77

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ВЗРЫВА «ФОНТАН» ПРИ ЛОКАЛИЗАЦИИ САМОДЕЛЬНЫХ ВЗРЫВНЫХ УСТРОЙСТВ В УСЛОВИЯХ ИНФОРМАЦИОННОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

METHODOLOGICAL PRINCIPLES OF USING THE «FONTAN» EXPLOSION PROTECTION DEVICES IN LOCALIZING IMPROVED EXPLOSIVE DEVICES UNDER CONDITIONS OF INFORMATION UNCERTAINTY

Канд. техн. наук А.С. Пучков, канд. техн. наук А.И. Спивак, канд. техн. наук Н.Н. Васильев, канд. техн. наук И.В. Гук

Ph.D. A.S. Puchkov, Ph.D. A.I. Spivak, Ph.D. N.N. Vasilev, Ph.D. I.V. Guk

НПО Спецматериалов

Предложены методические рекомендации по обеспечению безопасности людей по параметру нанесения баротравмы воздушной ударной волной при нахождении их в ближней зоне от устройства для защиты от взрыва «Фонтан» с размещенным в нем самодельным взрывным устройством, содержащем заряд взрывчатого вещества, масса которого в тротиловом эквиваленте неизвестна и приблизительно определена, исходя из субъективного экспертного мнения конкретного специалиста-взрывотехника. На основе результатов полигонных испытаний получены безопасные расстояния нахождения людей по параметру нанесения баротравмы воздушной ударной волной при подрыве зарядов ТНТ, массы которых в 2–3 раза превышают нормативные значения для каждого изделия, в устройствах для защиты от взрыва «Фонтан-1» моделей 05К, 10К, 20К и «Фонтан-2» моделей 05У, 10У.

Ключевые слова: полигонные испытания, воздушная ударная волна, самодельное взрывное устройство, безопасное расстояние нахождения людей.

The article presents methodological recommendations for ensuring the safety of people in terms of the parameter of causing barotrauma by an air blast wave when they are in the near zone from the Fountain explosion protection device with an improvised explosive device placed in it containing an explosive charge, the mass of which in TNT equivalent is unknown and is approximately determined based on the subjective expert opinion of a specific explosive expert. Based on the results of field tests, safe distances for people to be located in terms of the parameter of causing barotrauma by an air blast wave when detonating TNT charges, the mass of which is 2–3 times greater than the standard values for each product, in the Fountain-1 explosion protection devices of models 05K, 10K, 20K and Fountain-2 of models 05U, 10U were obtained.

Keywords: range tests, air blast wave, improvised explosive device, safe distance for people.

В современных условиях террористические акты с применением самодельных взрывных устройств (СВУ) стали распространенным явле-

нием. СВУ используют для совершения терактов в местах скопления людей, на массовых мероприятиях или на объектах критической инфра-

структуры [1]. Особенность конструкции СВУ заключается в том, что их изготовление, как правило, осуществляется кустарным способом с использованием подручных материалов, поэтому материал оболочки, как и номенклатура и количество взрывчатого вещества (ВВ), помещенного в конкретное СВУ, не регламентированы. В этом случае при очистке местности от взрывоопасных предметов (ВОП) [2] даже подготовленными специалистами-взрывотехниками [3] с использованием специализированной техники [4] можно только приблизительно оценить количество ВВ, размещенного в СВУ, исходя из габаритных размеров устройства и персонального опыта обращения с такими устройствами.

Для локализации последствий взрыва ВОП, содержащих заряды ВВ, широкое применение по-

лучили устройства защиты от взрыва (УЗВ) «Фонтан» различных моделей контейнерного и мобильного типа, разработки и производства АО «НПО Спецматериалов», которые подтвердили свои высокие защитные свойства при локализации оболочечных, безоболочечных зарядов, в том числе под водой и направленного действия [5–9].

УЗВ изготавливаются в двух модификациях: «Фонтан-1» — контейнер с защитной крышкой, в который помещается взрывоопасный (огнеопасный) предмет; «Фонтан-2» — устройство, которым накрывают сверху обнаруженный взрывоопасный (огнеопасный) предмет [1]. Основные характеристики УЗВ «Фонтан» представлены в табл. 1 и 2, а внешний вид — на рис. 1.

УЗВ «Фонтан» снижают до минимума человеческие жертвы и разрушения за счет эффек-

Таблица 1

Габаритно-массовые характеристики УЗВ «Фонтан»

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
Изделия «Фонтан-1»					
05К	440×440×440	220×220×180	10	30	0,5
10К	530×530×460	280×280×160	15	35	1,0
20К	780×780×630	520×520×340	90	80	2,0
50К	1350×1100×1100	750×1000×600	455	300	5,0
Изделия «Фонтан-2»					
05У	440×440×300	220×220×180	9	20	0,5
10У	530×530×320	280×280×160	15	25	1,0
3М2	780×780×320	520×520×180	49	40	2,0
20У	780×780×480	520×520×340	92	60	2,0
50М	1150×1150×750	870×870×600	455	220	5,0



а



б

Рис. 1. Примеры применения УЗВ: а — «Фонтан-1»; б — «Фонтан-2»

Таблица 2

Защитные характеристики УЗВ «Фонтан»

Модель изделия	Локализует взрыв заряда ТНТ массой, кг	Величина избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (кПа) на расстоянии (м) от места взрыва					
		1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Устройства для защиты от взрыва «Фонтан-1»							
05K	0,5	90	70	50	40	30	30
10K	1,0	90	70	50	40	30	30
20K	2,0	110	90	70	50	40	30
50K	5,0	130	100	90	60	50	40
Устройства для защиты от взрыва «Фонтан-2»							
05У	0,5	90	70	50	40	30	20
10У	1,0	100	80	60	50	40	30
3М2	2,0	100	80	60	50	40	30
20У	2,0	110	90	70	50	40	30
50М	5,0	120	100	80	60	50	30

тивного подавления фугасного [10, 11], осколочного [12, 13], термического и термобарического действий взрывов. Они многократно снижают амплитуду избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (ВУВ), размывают и выполаживают фронт ВУВ, предотвращают возгорания, термическое и термобарическое поражения, уменьшают осколочный поток за счет уникальных амплитудно-частотных и релаксационных характеристик специального многофазного диспергента, являющегося основной рабочей средой изделия [1, 14, 15].

Анализ данных, представленных в табл. 1 и 2, показывает, что особенностью конструкции УЗВ конкретного исполнения является нормативная масса локализуемого заряда ВВ. При этом регламентируются безопасные по параметру нанесения баротравмы нормативные расстояния от заряда ВВ для каждой конструкции УЗВ, которые учитываются специалистами-взрывотехниками при оценке возможности нахождения людей, объектов критической инфраструктуры возле УЗВ «Фонтан», содержащего локализуемый ВОП, с учетом вероятности его подрыва террористами дистанционным или иным способом.

В условиях информационной неопределенности [16] может возникнуть ситуация, когда специалистом-взрывотехником будет некорректно оценена масса ВВ, размещенного в ВОП, и, в связи с этим, неверно выбрана для использования модель УЗВ. Наиболее критичными являются

случаи, когда фактическая масса ВВ, размещенного в ВОП, будет превышать нормативную массу локализуемого заряда ВВ с использованием выбранной специалистом-взрывотехником модели УЗВ.

С целью оценки возможных рисков при назначении наряда сил и средств для локализации заряда ВВ неизвестной заранее массы, содержащегося в ВОП, было проведено комплексное исследование. В процессе исследования производились подрывы зарядов ВВ, размещенных в УЗВ «Фонтан», массы которых в 2–3 раза превосходили нормативные массы локализуемых зарядов ВВ. При этом оценивалось изменение безопасного расстояния по параметру нанесения баротравмы (на уровне 50 кПа) для здорового взрослого человека при каждом подрыве, с использованием конкретной модели УЗВ, в сравнении с регламентированным расстоянием для каждой модели УЗВ. Для оценки снижения уровня избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (ВУВ) при использовании УЗВ «Фонтан» были также произведены подрывы открытых зарядов ВВ различных масс.

Сведения о использованных при исследовании УЗВ «Фонтан» и зарядах ВВ различных масс представлены в табл. 3.

При проведении испытаний осуществлялась регистрация избыточного давления во фронте ВУВ с использованием пьезоэлектрических датчиков давления ПД-7-1,5М и цифрового мно-

Таблица 3

Сведения о использованных при исследовании УЗВ «Фонтан» и зарядах ВВ различных масс

№ п/п	Условие эксперимента	Масса заряда ТНТ, кг
1	Открытый подрыв заряда ВВ	0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 6,0
2	Подрыв заряда ВВ в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К	0,5; 1,0; 1,5
3	Подрыв заряда ВВ в УЗВ «Фонтан-1» модели 10К	1,0; 2,0; 3,0
4	Подрыв заряда ВВ в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К	2,0; 4,0; 6,0
5	Подрыв заряда ВВ в УЗВ «Фонтан-2» модели 05У	0,5; 1,0; 1,5
6	Подрыв заряда ВВ в УЗВ «Фонтан-2» модели 10У	1,0; 2,0

гоканального осциллографа на базе персонального компьютера и платы сбора информации L-783 [17].

В результате обработки экспериментальных данных получены статистические модели зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при подрывах открытых зарядов ТНТ массой в диапазоне 0,5–6,0 кг, а также подрывах зарядов ТНТ различной массы, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» различных моделей и УЗВ «Фонтан-2» различных моделей от расстояния до точки подрыва с использованием метода наименьших квадратов.

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при подрывах открытых зарядов ТНТ массой в диапазоне 0,5–6,0 кг от расстояния до точки подрыва, представлен в табл. 4 и на рис. 2.

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при подрывах зарядов ТНТ различной массы, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» различных моделей и УЗВ «Фонтан-2» различных мо-

делей от расстояния до точки подрыва, представлен в табл. 5 и на рис. 3.

Анализ результатов, представленных в табл. 4, 5 и на рис. 2, показывает, что использование УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, рассчитанное на снижение фугасного действия взрыва при подрыве заряда ТНТ массой 0,5 кг, позволяет уменьшить уровень избыточного давления во фронте ВУВ при подрыве следующих зарядов ТНТ, в сравнении с открытыми подрывами аналогичных зарядов ТНТ:

- при подрыве штатного заряда ТНТ массой 0,5 кг — в 2,7–5,8 раза на расстоянии 1,5–3,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 1,0 кг — в 2,0–3,8 раза на расстоянии 1,5–2,5 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 1,5 кг — в 2,1–3,9 раза на расстоянии 2,0–3,0 м.

Использование УЗВ «Фонтан-1» модели 10К, рассчитанное на снижение фугасного действия взрыва при подрыве заряда ТНТ массой 1,0 кг, позволяет уменьшить уровень избыточного давления во фронте ВУВ при подрыве следующих зарядов ТНТ, в сравнении с открытыми подрывами аналогичных зарядов ТНТ:

Таблица 4

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при подрывах открытых зарядов ТНТ от расстояния до точки подрыва

№ п/п	Масса подрыва открытого заряда ТНТ	Вид статистической модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			<i>a</i>	<i>b</i>			
1	0,5 кг	$Y = ab^x$	570,05	–2,042	6	0,064	0,997
2	1,0 кг		1139,735	–2,238	5	0,057	0,998
3	1,5 кг		1735,716	–2,345	5	0,054	0,998
4	2,0 кг		2330,924	–2,410	4	0,051	0,999
5	3,0 кг		3579,506	–2,508	4	0,046	0,999
6	4,0 кг		4752,439	–2,544	4	0,055	0,998
7	6,0 кг		7440,021	–2,645	3	0,035	0,999

Примечание: область определения аргумента от 1,5 до 5,0 м

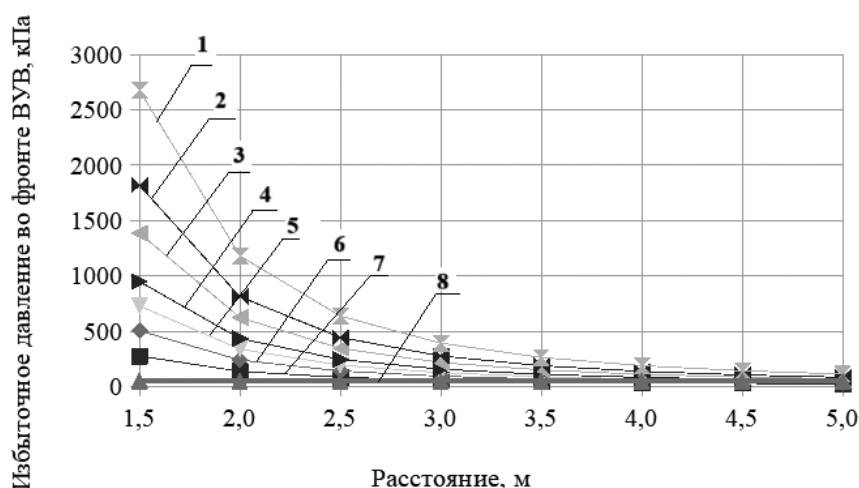


Рис. 2. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва открытых зарядов ТНТ: 1 — массой 6,0 кг; 2 — массой 4,0 кг; 3 — массой 3,0 кг; 4 — массой 2,0 кг; 5 — массой 1,5 кг; 6 — массой 1,0 кг; 7 — массой 0,5 кг; 8 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

Таблица 5

Вид статистических моделей зависимости избыточного давления во фронте ВУВ, образовавшейся при подрывах зарядов ТНТ различной массы, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» различных моделей и УЗВ «Фонтан-2» различных моделей от расстояния до точки подрыва

№ п/п	Масса подрыва заряда ТНТ	Вид статисти- ческой модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне- квадрати- ческое отклонение	Коэффи- циент корреляции
			a	b			
УЗВ «Фонтан-1» модели 05 К							
1	0,5 кг	$Y = a \exp(bx)$	78,746	-0,404	2	0,020	0,996
2	1,0 кг	$Y = a \exp(bx)$	193,607	-0,439	1	0,006	0,999
3	1,5 кг	$Y = a \exp(bx)$	242,526	-0,318	4	0,044	0,971
УЗВ «Фонтан-1» модели 10 К							
4	1,0 кг	$Y = \exp(a+bx)$	4,912	-0,525	3	0,033	0,994
5	2,0 кг	$Y = ax/(b+x)$	30,360	-1,321	1	0,001	0,999
6	3,0 кг	$Y = a + bx^2$	146,350	-4,668	3	2,796	0,989
УЗВ «Фонтан-1» модели 20 К							
7	2,0 кг	$Y = a \exp(bx)$	155,832	-0,389	1	0,011	0,998
8	4,0 кг	$Y = ab^x$	442,789	0,622	4	0,041	0,988
9	6,0 кг	$Y = ab^x$	1298,017	0,539	4	0,050	0,990
УЗВ «Фонтан-2» модели 05 У							
10	0,5 кг	$Y = \exp(a+bx)$	4,906	-0,597	2	0,028	0,996
11	1,0 кг	$Y = \exp(a+bx)$	5,277	-0,525	5	0,062	0,978
12	1,5 кг	$Y = \exp(a+bx)$	6,129	-0,683	4	0,041	0,994
УЗВ «Фонтан-2» модели 10 У							
13	1,0 кг	$Y = a \exp(bx)$	138,833	-0,453	3	0,032	0,992
14	2,0 кг	$Y = x/(a + bx)$	-0,019	0,018	2	0,001	0,990

Примечание: область определения аргумента от 1,5 до 5,0 м

- при подрыве штатного заряда ТНТ массой 1,0 кг — в 1,9–4,0 раз на расстоянии 2,0–3,5 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 2,0 кг — в 1,3–3,8 раза на расстоянии 2,5–4,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 3,0 кг — в 2,1–2,7 раза на расстоянии 3,0–4,5 м.

Использование УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, рассчитанное на снижение фугасного действия взрыва при подрыве заряда ТНТ массой 2,0 кг, позволяет уменьшить уровень избыточного давления во фронте ВУВ при подрыве следующих зарядов ТНТ, в сравнении с открытыми подрывами аналогичных зарядов ТНТ:

- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 4,0 кг — в 2,8–3,0 раза на расстоянии 3,5–5,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 6,0 кг — в 2,7–3,0 раза на расстоянии 3,5–5,0 м.

Использование УЗВ «Фонтан-2» модели 05У, рассчитанное на снижение фугасного действия взрыва при подрыве заряда ТНТ массой 0,5 кг, позволяет уменьшить уровень избыточного давления во фронте ВУВ при подрыве следующих зарядов ТНТ, в сравнении с открытыми подрывами аналогичных зарядов ТНТ:

- при подрыве штатного заряда ТНТ массой 0,5 кг — в 2,6–3,3 раза на расстоянии 1,5–3,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 1,0 кг — в 2,6–5,0 раз на расстоянии 1,5–3,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 1,5 кг — в 2,1–3,9 раза на расстоянии 2,0–3,0 м.

Использование УЗВ «Фонтан-2» модели 10У, рассчитанное на снижение фугасного действия взрыва при подрыве заряда ТНТ массой 1,0 кг, позволяет уменьшить уровень избыточного дав-

ления во фронте ВУВ при подрыве следующих зарядов ТНТ, в сравнении с открытыми подрывами аналогичных зарядов ТНТ:

- при подрыве штатного заряда ТНТ массой 1,0 кг — в 2,9–6,1 раза на расстоянии 1,5–3,0 м;
- при подрыве усиленного заряда ТНТ массой 2,0 кг — в 2,6–5,6 раз на расстоянии 2,0–3,0 м.

Зависимости безопасного расстояния по параметру нанесения баротравмы для здорового взрослого человека от массы заряда ТНТ при подрыве зарядов регламентированной массы, размещенных в УЗВ «Фонтан» и при подрыве открытого заряда, представлены на рис. 3.

Анализ данных, представленных на рис. 3, показывает, что использование УЗВ «Фонтан» при подрыве зарядов ТНТ позволяет уменьшить безопасное расстояние для нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы ВУВ) в ближней зоне от места взрыва (до 8 м) в 2,1 раза в сравнении с открытым подрывом заряда ТНТ аналогичной массы.

Однако, при планировании использования УЗВ «Фонтан», даже подготовленный специалист-взрывотехник [16], не всегда может достоверно определить массу заряда ТНТ, планируемого к размещению и локализации, и обоснованно выбрать для использования необходимую модель УЗВ.

В связи с этими обстоятельствами возникает актуальная задача определения безопасного расстояния нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы ВУВ) в ближней зоне от места взрыва при размещении в УЗВ «Фонтан» зарядов ТНТ, масса которых превышает регламентированное в нормативной документации

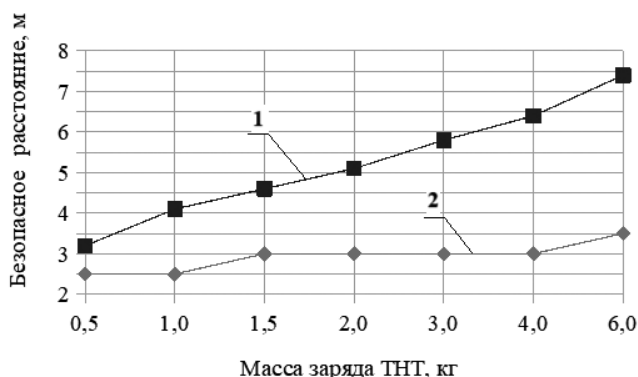


Рис. 3. Зависимости безопасного расстояния по параметру нанесения баротравмы от массы заряда ТНТ:
1 — при подрыве открытого заряда ТНТ; 2 — при подрыве зарядов ТНТ регламентированной массы, размещенных в УЗВ «Фонтан»

значение, вызванное субъективным экспертным мнением конкретного специалиста-взрывотехника без применения инструментальных методов определения массы.

Для решения этой задачи было проведено специальное исследование, в результате которого была дана оценка изменению безопасного расстояния нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы ВУВ) в ближней зоне от места взрыва при случайном размещении в УЗВ «Фонтан» зарядов ТНТ, массы которых в 2–3 раза превышают регламентированное значение для конкретной модели УЗВ.

На рис. 4 представлены зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, массой 0,5 кг (регламентированное значение), 1,0 кг; 1,5 кг, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К.

Анализ результатов, представленных на рис. 4, показывает, что при двукратном превышении регламентированной массы заряда ТНТ для размещения в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, безопасное расстояние нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы) в ближней зоне от места взрыва увеличивается до 3 м, а при троекратном увеличении — до 5 м.

На рис. 5 представлены зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, массой 1,0 кг (регламентированное значение), 2,0 кг; 3,0 кг, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 10К.

Анализ результатов, представленных на рис. 5, показывает, что при двукратном превышении регламентированной массы заряда ТНТ для размещения в УЗВ «Фонтан-1» модели 10К,

безопасное расстояние нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы) в ближней зоне от места взрыва увеличивается до 3,3 м, а при троекратном увеличении — до 5 м.

На рис. 6 представлены зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, массой 2,0 кг (регламентированное значение), 4,0 кг; 6,0 кг, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К.

Анализ результатов, представленных на рис. 6, показывает, что при двукратном превышении регламентированной массы заряда ТНТ для размещения в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, безопасное расстояние нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы) в ближней зоне от места взрыва увеличивается до 4,4 м, а при троекратном увеличении — более 5 м.

На рис. 7 представлены зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, массой 0,5 кг (регламентированное значение), 1,0 кг; 1,5 кг, размещенных в УЗВ «Фонтан-2» модели 05У.

Анализ результатов, представленных на рис. 7, показывает, что при двукратном превышении регламентированной массы заряда ТНТ для размещения в УЗВ «Фонтан-2» модели 05У, безопасное расстояние нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы) в ближней зоне от места взрыва увеличивается до 2,5 м, а при троекратном увеличении — до 3,3 м.

На рис. 8 представлены зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, массой 1,0 кг (регламентированное значение), 2,0 кг, размещенных в УЗВ «Фонтан-2» модели 10У.

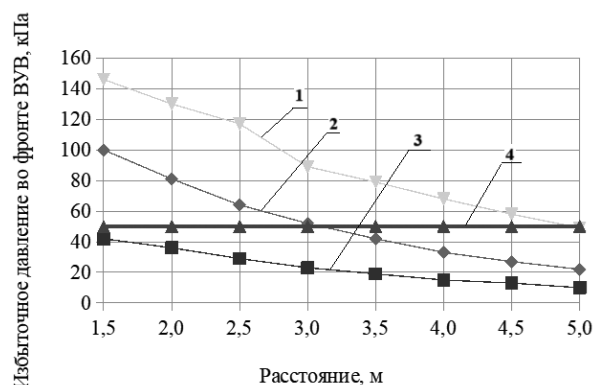


Рис. 4. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 05К: 1 — массой 1,5 кг; 2 — массой 1,0 кг; 3 — массой 0,5 кг; 4 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

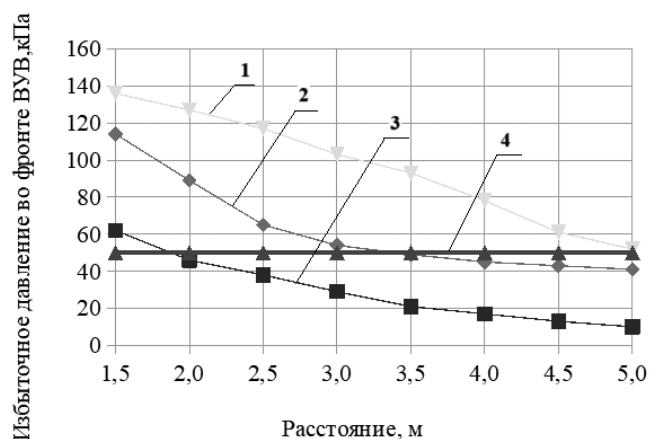


Рис. 5. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 10К: 1 — массой 3,0 кг; 2 — массой 2,0 кг; 3 — массой 1,0 кг; 4 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

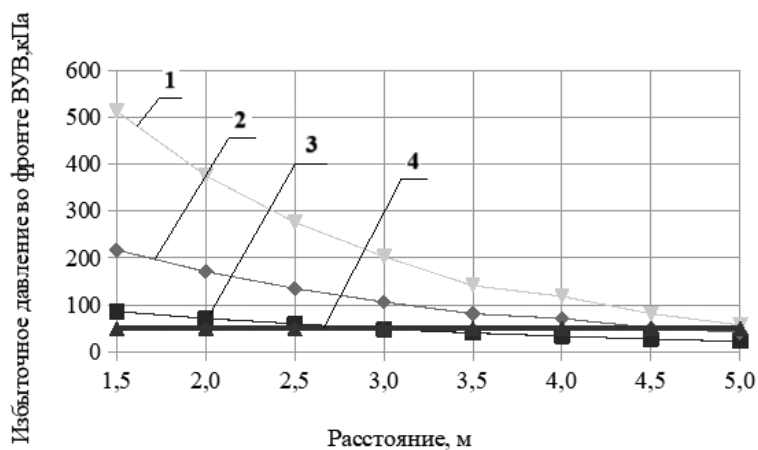


Рис. 6. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, размещенных в УЗВ «Фонтан-1» модели 20К: 1 — массой 6,0 кг; 2 — массой 4,0 кг; 3 — массой 2,0 кг; 4 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

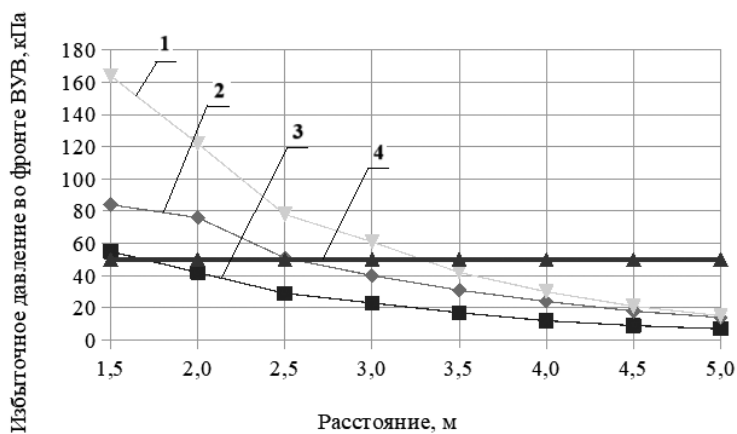


Рис. 7. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, размещенных в УЗВ «Фонтан-2» модели 05У: 1 — массой 1,5 кг; 2 — массой 1,0 кг; 3 — массой 0,5 кг; 4 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

Анализ результатов, представленных на рис. 8, показывает, что при двукратном превышении регламентированной массы заряда ТНТ для размещения в УЗВ «Фонтан-2» модели 10У, безопасное расстояние нахождения людей (по параметру нанесения баротравмы) в ближней зоне от места взрыва увеличивается до 2,5 м.

Обобщенные экспериментальные данные представлены в табл. 6 и на рис. 9.

Анализ результатов, представленных в табл. 6 и на рис. 9, показывает, что для безусловного обеспечения безопасности людей (по параметру нанесения баротравмы ВУВ) при нахождении их в ближней зоне от УЗВ «Фонтан» с размещенным

в нем СВУ, содержащем заряд ВВ, масса которого в тротиловом эквиваленте неизвестна и приблизительно определена, исходя из субъективного экспертного мнения конкретного специалиста-взрывотехника, необходимо соблюдать следующие рекомендации:

– при использовании УЗВ «Фонтан-1» модели 05К, «Фонтан-2» модели 05У безопасное расстояние должно быть увеличено до 5,0 м;

– при использовании УЗВ «Фонтан-1» модели 10К, «Фонтан-2» модели 10У безопасное расстояние должно быть увеличено до 5,0 м;

– при использовании УЗВ «Фонтан-1» модели 20К, «Фонтан-2» модели 20У безопасное расстояние должно быть увеличено до 6,0 м.

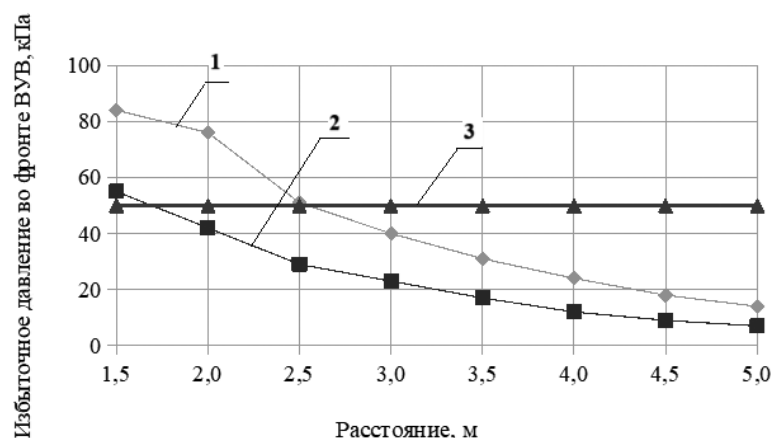


Рис. 8. Зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва зарядов ТНТ, размещенных в УЗВ «Фонтан-2» модели 10У: 1 — массой 2,0 кг; 2 — массой 1,0 кг; 3 — безопасный по параметру нанесения баротравмы уровень давления во фронте ВУВ (50 кПа)

Таблица 6

Обобщенные экспериментальные данные

№ п/п	Наименование УЗВ	Безопасное по параметру нанесения баротравмы расстояние при подрыве заряда ТНТ, м			Статистическая модель зависимости безопасного расстояния R от увеличения массы ВВ m
		нормативная масса ВВ	нормативная масса ВВ увеличена в 2 раза	нормативная масса ВВ увеличена в 3 раза	
1	УЗВ «Фонтан-1» модели 05К	1,5	3,0	5,0	$R = 3,5 \times m - 0,33$
2	УЗВ «Фонтан-1» модели 10К	1,9	3,3	5,0	$R = 1,55 \times m + 0,3$
3	УЗВ «Фонтан-1» модели 20К	2,7	4,4	6,0	$R = 0,825 \times m + 1,0667$
4	УЗВ «Фонтан-2» модели 05У	1,7	2,5	3,3	$R = 1,6 \times m + 0,9$
5	УЗВ «Фонтан-2» модели 10У	1,7	2,5	—	$R = 0,8 \times m + 0,9$

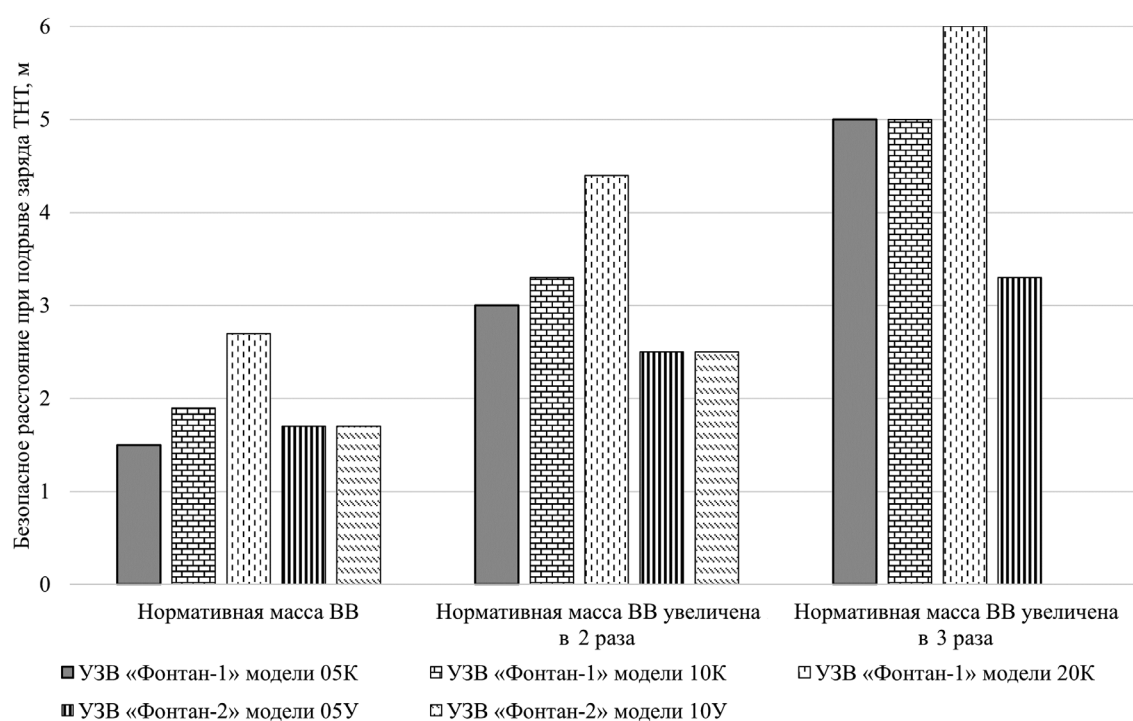


Рис. 9. Обобщенные экспериментальные данные

Предложенные рекомендации парируют возможную троекратную ошибку конкретного специалиста-взрывотехника в прогнозировании массы заряда ВВ в тротильном эквиваленте, размещенного в конкретном СВУ, подлежащим изоляции с использованием УЗВ «Фонтан» и дальнейшему уничтожению установленным порядком. В технически обоснованных случаях с соблюдением дополнительных мер безопасности рекомендованные безопасные расстояния могут быть сокращены до 3,0–4,0 м, что соответствует парированию двухкратной ошибки в прогнозировании массы заряда ВВ в тротильном эквиваленте, размещенного в конкретном СВУ.

Список источников

1. Пучков А.С., Сильников Н.М., Спивак А.И. и др. 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. С. 126–143.
2. 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.

3. 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. С. 68–71.

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

5. Пучков А.С., Спивак А.И., Васильева С.Н. и др. 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. 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 усилен-

ных зарядов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 5–6. С. 47–54.

7. Сильников М.В., Гук И.В., Михайлин А.И. и др. 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.

8. Сильников М.В., Михайлин А.И., Гук И.В. и др. 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.

9. 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.

10. Васильева С.Н., Гук И.В., Денисов А.В. и др. Исследование подходов и методов оценки воздействия воздушных ударных волн на биообъекты // Актуальные проблемы защиты и безопасности: Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 01–04 апреля 2024 года. СПб.: Российская академия ракетных и артиллерийских наук, 2024. С. 86–90.

11. Петрожицкая О.А., Новак О.С., Гук И.В. Разработка и испытания прототипов противоминной защиты нижних конечностей // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2025. № 1–2 (199–200). С. 100–106.

12. Васильева С.Н., Денисов А.В., Гук И.В. Модель оценки поражения живой силы в средствах индивидуальной бронезащиты // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2022. № 5–6 (167–168). С. 76–84.

13. Гук И.В., Спивак А.И., Васильева С.Н. и др. Исследование возможности применения баллистических установок различных способов метания поражающих элементов при оценке проти-

воосколочной стойкости перспективных защитных структур // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2024. № 9–10 (195–196). С. 118–132.

14. 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.

15. Пучков А.С., Спивак А.И., Васильева С.Н. и др. Исследование закономерностей изменения избыточного давления во фронте воздушной ударной волны в ближней зоне верхней полусферы при подрыве заряда взрывчатого вещества в устройстве для защиты от взрыва // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2024. № 7–8. С. 93–104.

16. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Пугачев А.Н. и др. Методологические проблемы информационной неопределенности при разработке средств индивидуальной бронезащиты // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 11–12. С. 11–16.

17. Пучков А.С., Гук И.В., Спивак А.И. и др. К вопросу применения цифровых измерителей скорости ударных волн для регистрации 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. Puchkov A.S., Silnikov N.M., Spivak A.I. et al. Analysis of the experience of creation and development prospects of designs of explosion protection devices intended for localization of explosive objects // Bulletin of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. 2024. No 4. Pp. 126–143.

2. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Vasiliev V.D. et al. On the issue of organizing work on clearing the area of explosive objects after emergency incidents at ammunition storage facilities // Issues

of defense equipment. Series 16. Technical means of counteracting terrorism. 2012. No 3–4. Pp. 20–30.

3. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Dunilov K.K. and others. Ways to improve the efficiency of training specialists in reconnaissance and neutralization of mine-explosive devices // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2011. No 3–4. Pp. 68–71.

4. Silnikov M.V., Spivak A.I., Pugachev A.N. et al. On the issue of developing specialized equipment to ensure demining and performing special tasks // Bulletin of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. 2015. No 3. Pp. 85–90.

5. Puchkov A.S., Spivak A.I., Vasilyeva S.N. et al. Evaluation of the efficiency of devices for protection against explosion during detonation of thick-walled explosive objects // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2024. No 9–10. Pp. 52–63.

6. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Dmitriev V.Ya. et al. On the issue of reducing the high-explosive effect of an explosion by devices for protection against explosion «Fountain» during the detonation of enhanced charges // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2014. No 5–6. Pp. 47–54.

7. Silnikov M.V., Guk I.V., Mikhailin A.I. et al. Experimental and theoretical study of the efficiency of technical devices based on a heterogeneous two-phase medium for suppressing the damaging factors of an underwater explosion // Bulletin of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. 2018. No 1. Pp. 59–68.

8. Silnikov M.V., Mikhailin A.I., Guk I.V. and others. Experimental study of the efficiency of technical means based on a heterogeneous two-phase medium for protection against underwater explosion // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2018. No 5–6. Pp. 58–65.

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

10. Vasilyeva S.N., Guk I.V., Denisov A.V. et al. Study of approaches and methods for assessing the impact of air shock waves on biological

objects // Actual problems of protection and safety: Proceedings of the XXVII All-Russian scientific and practical conference, St. Petersburg, April 01–04, 2024. St. Petersburg: Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences, 2024. Pp. 86–90.

11. Petrozhitskaya O.A., Novak O.S., Guk I.V. Development and testing of prototypes of mine protection of the lower extremities // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2025. No 1–2 (199–200). Pp. 100–106.

12. Vasilyeva S.N., Denisov A.V., Guk I.V. Model for assessing the defeat of manpower in personal armor protection means // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2022. No 5–6 (167–168). Pp. 76–84.

13. Guk I.V., Spivak A.I., Vasilyeva S.N. et al. Study of the possibility of using ballistic installations of various methods of throwing striking elements when assessing the anti-fragmentation resistance of promising protective structures // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of countering terrorism. 2024. No 9–10 (195–196). Pp. 118–132.

14. 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 by devices for protection against explosion «Fountain» // Issues of defense equipment. Series 16. Technical means of counteracting terrorism. 2014. No 9–10. Pp. 61–64.

15. Puchkov A.S., Spivak A.I., Vasilyeva S.N. et al. Study of patterns of change in excess pressure in the front of an air shock wave in the near zone of the upper hemisphere during detonation of an explosive charge in an explosion protection device // Issues of Defense Equipment. Series 16. Technical means of counteracting terrorism. 2024. No 7–8. Pp. 93–104.

16. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Pugachev A.N. et al. Methodological problems of information uncertainty in the development of personal armor protection means // Issues of Defense Equipment. Series 16. Technical means of counteracting terrorism. 2014. No 11–12. Pp. 11–16.

17. Puchkov A.S., Guk I.V., Spivak A.I. et al. On the issue of using digital shock wave velocity meters to register the level of overpressure in the air shock wave front during field tests of explosion protection devices // Proceedings of the Russian Academy of Rocket and Artillery Sciences. 2024. No 1. Pp. 139–148.