

УДК 623.4

doi: 10.53816/23061456\_2025\_1–2\_85

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ВЗРЫВОЗАЩИТНЫХ УРН (КОНТЕЙНЕРОВ)  
ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАЩИТЫ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКОЙ  
ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИ СОВЕРШЕНИИ ТЕРРОРИСТИЧЕСКИХ АКТОВ**

**ON THE ISSUE OF USING EXPLOSION-PROOF URNS (CONTAINERS)  
TO ENSURING PROTECTION OF CRITICAL INFRASTRUCTURE OBJECTS  
WHEN COMMITTING TERRORIST ACTS**

*А.С. Пучков, канд. техн. наук А.И. Спивак, А.В. Лебедкин*

*A.S. Puchkov, Ph.D. A.I. Spivak, A.V. Lebedkin*

*НПО Спецматериалов*

Проведен анализ использования урн (контейнеров) для сбора бытовых отходов для совершения противоправных действий террористической направленности. Рассмотрены конструкции взрывозащитных урн открытого и полукрытого типа при локализации поражающих факторов взрыва, к числу которых относятся осколки, ударная волна и продукты детонации. Показано, что недостатком конструкции взрывозащитных урн открытого типа является наличие пламени и термическое воздействие, которые ограничивают использование таких урн внутри помещений и возле объектов инфраструктуры. С целью исключения термического воздействия взрыва на объекты инфраструктуры и уменьшения массы взрывозащитной урны был предложен вариант урны в виде неметаллической оболочки, промежуточная полость которой заполнена газо-жидкостным диспергентом, снабженной специальной крышкой.

**Ключевые слова:** взрывозащитная урна, взрывоопасный предмет, поражающие факторы взрыва.

An analysis was carried out of the use of bins (containers) for collecting household waste to commit illegal acts of a terrorist nature. The designs of explosion-proof urns of open and semi-open type are considered for localizing the damaging factors of an explosion, which include fragments, shock waves and detonation products. Shown, that the disadvantage of the design of open-type explosion-proof urns is the presence of flame and thermal effects, which limit the use of such urns indoors and near infrastructure. In order to eliminate the thermal impact of an explosion on infrastructure facilities and reduce the mass of the explosion-proof urn, a variant of the urn was proposed in the form of a non-metallic shell, the intermediate cavity of which is filled with a gas-liquid dispersant, equipped with a special lid.

**Keywords:** explosion-proof urn, explosive object, damaging factors of explosion.

Общественные пространства инфраструктур населенных пунктов, в силу особенностей жизнедеятельности людей, требуют организа-

ции сбора бытовых отходов. Для таких целей используют урны (мусорные контейнеры) различных конструкций и дизайнов, изготавливаемые

с использованием различных материалов, как правило, металл, бетон, пластик. Вид некоторых таких урн (контейнеров) представлен на рис. 1.

В настоящее время в нашей стране и за рубежом участились случаи противоправных действий террористической направленности с использованием урн, расположенных в людных местах, в которые закладываются взрывоопасные предметы (ВОП) с последующим их дистанционным подрывом.



Рис. 1. Вид урн (контейнеров) для сбора бытовых отходов

Наиболее резонансными были террористические акты в Бостоне на марафоне в 2013 году погибло 3 человека и пострадало 144 человека [1], на железнодорожном вокзале г. Волгоград в 2013 году, где погибло 14 человек и пострадало 49 человек после подрыва в урне ВОП массой до 10 кг в тротиловом эквиваленте [2] и на автобусных остановках г. Днепропетровск в 2012 году в серии из четырех подрывов ВОП массой 230...300 г в тротиловом эквиваленте в урнах на остановках общественного транспорта пострадало 27 пассажиров [3]. Не менее резонансные террористические акты с подрывом ВОП, размещенных в урнах, произошли г. Киев (2004, 2008), г. Москва (2005), г. Грозный (2009), г. Харьков (2011), г. Тольятти Самарской области (2012), г. Бердянск Запорожской области (2022), г. Отрадное Ленинградской области (2023), г. Энгельс Саратовской области (2023), г. Сургут, ХМНО (2024), г. Складовск Херсонской области (2024), г. Рязань (2024).

Последствия подрывов ВОП в урнах для бытовых отходов представлены на рис. 2.

В основном, для осуществления террористических актов выбираются урны, изготовленные из бетона. Подрыв ВОП в такой урне позволяет



Последствия подрыва ВОП в бетонной урне в парке г. Отрадное Ленинградской области



Последствия подрыва ВОП в урне железнодорожного вокзала г. Волгоград



Последствия подрыва ВОП в урнах среди зрителей марафона г. Бостон, США



Последствия подрыва ВОП в урне около остановки транспорта г. Днепропетровск Украина

Рис. 2. Последствия подрывов ВОП в урнах для бытовых отходов

отказаться от использования осколочного материала (стальные шарики, болты, гвозди), поскольку стенки урны остановят осколочную массу. Однако, в качестве осколочной массы будут выступать бетонные осколки урны, которые, как показали результаты исследований, способны разлетаться на расстоянии более 10 м от места подрыва.

После террористических актов в г. Днепропетровске в городе были изъяты все урны, а власти г. Луганск обмотали бетонные урны пленкой с целью уменьшения последствий взрыва [4]. Одним из направлений усовершенствования конструкций бетонных урн было решение изготавливать корпуса урн из асбестобетона, который разрушается в пыль при взрыве и не образует эффективных поражающих элементов.

В связи с угрозой осуществления террористических актов, обострившейся в последнее время, наиболее актуальным является вопрос защиты людей в местах их массового скопления: в аэропортах, на железнодорожных и автовокзалах, станциях метрополитена, на территориях крупных торговых центров, а также в местах проведения массовых культурно-зрелищных и спортивных мероприятий. Помимо мер предупреждения террористических актов, основанных на использовании металлодетекторов и детекторов взрывчатых веществ, блокираторов радиовзрывателей и другого оборудования, по мнению специалистов, следует уделять особое внимание и контролю за местами возможной закладки ВОП в местах скопления людей и прежде всего, контейнерам и урнам для мусора. В настоящее время примерно 70 % из размещенных урн для бытового мусора представляет серьезную опасность для граждан в случае использования их террористами для закладки ВОП [5]. Конструкции и формы используемых урн позво-

ляют разместить в них взрывные устройства с зарядами большой мощности, а внешний корпус урны в случае взрыва создаст дополнительное количество осколков с одновременным увеличением площади зоны поражения.

В настоящее время актуальным является использование взрывобезопасных урн и контейнеров для мусора в местах массового скопления людей. В мировой практике взрывобезопасные урны получили название «контейнеры для мусора двойного назначения» [6]. Внешне они напоминают обычные урны для мусора и могут быть установлены в самых различных местах. Специальная конструкция такой урны позволяет обезопасить людей от поражающих факторов взрыва, к числу которых относятся осколки, ударная волна и продукты детонации. Для создания элементов взрывозащитных урн могут использоваться среды или конструкции, которые снижают амплитуду ударной волны, например стенка может быть выполнена в виде многослойной перфорированной преграды из стали [7], а пространство между преградами может быть наполнено слоем взрывозащитного материала [8]. При необходимости подобная урна может служить и контейнером для перевозки заложенного в нее взрывного устройства.

Из зарубежных разработок, представленных на мировом рынке, наибольшей популярностью пользуются контейнеры компании Mul-T-Lock «OR» и «Gold», которые поставляются во многие страны мира, а также контейнеры «DROR» и «GOLAN» компании KML, MECV1 (Швеция) и ETCV (Канада). Сравнительные характеристики наиболее популярных взрывобезопасных урн приведены в табл. 1 [6].

Как правило, конструктивно такие урны выполнены по единому типу и имеют внешний

Таблица 1

Сравнительные характеристики взрывобезопасных урн

| Модель | Размеры, мм |        | Масса, кг | Внутренний объем, л | Предельно допустимая масса ВВ, кг |
|--------|-------------|--------|-----------|---------------------|-----------------------------------|
|        | диаметр     | высота |           |                     |                                   |
| OR     | 500         | 950    | 90        | 30                  | 0,50                              |
| Gold   | 550         | 900    | 100       | 60                  | 0,60                              |
|        | 660         | 900    | 160       | 80                  | 0,75                              |
|        | 680         | 900    | 185       | 115                 | 0,75                              |
|        | 680         | 900    | 210       | 115                 | 1,20                              |

стальной корпус значительной толщины, внутренний однослойный или многослойный наполнитель и функционально не предназначены для сбора мусора. Очевидно, что при увеличении массы заряда до объявленного номинала возможно разрушение внешнего корпуса урны и появление вторичных осколков. Взрывобезопасность урн, имеющих внешний стальной корпус, резко снижается в случае использования ВОП с массой заряда ВВ больше расчетного номинала.

Отечественные средства борьбы с терроризмом представлены универсальным контейнером-мусоросборником «Щит-1», который внешне напоминает обычную урну для мусора, но конструктивно имеет принципиально новую схему для локализации поражающих факторов ВОП [6]. При этом не создаются поля вторичных осколков, обеспечивается снижение давления на фронте ударной волны и осуществляется уменьшение поля первичных осколков. Отмеченные показатели достигаются за счет отказа от использования в конструкции изделия металлических



Рис. 3. Вид универсального контейнера-мусоросборника «Щит-1»:

а — внешний вид; б — вид корпуса в разрезе 1/4

деталей и применения специального буферного слоя, размещенного между контейнером для мусора и внешним корпусом. Вид универсального контейнера-мусоросборника «Щит-1» представлен на рис. 3.

Технические решения, примененные при разработке типовых отечественных и зарубежных взрывозащитных урн, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Технические решения, используемые при разработке взрывозащитных урн

| № п/п | Вид конструкции образца                                                                                                                                                                                                                                                             | Краткое описание                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | <p>Вид конструкции образца по патенту CN 101 575 046</p> <p>Взрывозащищенный мусорный бак:<br/>1 — корпус бака; 2 — буферный слой;<br/>3 — опорная рама;<br/>4 — энергопоглощающий слой;<br/>5 — крышка; 6 — внутренний слой опорной рамы; 7 — взрывозащитный слой опорной рамы</p> | <p>Взрывозащищенный мусорный бак выдерживает взрыв ТНТ массой 3,0 кг, при этом деформация корпуса бака отсутствует.</p> <p>Верхний конец корпуса бака и верхний конец опорной рамы имеют фиксированное соединение, буферный слой размещен между внутренней стороной корпуса бака и внешней поверхностью опорной рамы. Энергопоглощающий слой прикреплен к внутренней поверхности опорной рамы, а крышка подвижно закреплена на обечайке бака.</p> <p>Корпус, изготовленный из нержавеющей стали, имеет цилиндрическую форму с внешним диаметром 600 мм, высотой 850 мм и толщиной стенки 2 мм.</p> <p>Энергопоглощающий слой толщиной 30 мм изготовлен из вулканической породы с содержанием воды 20 %.</p> <p>Буферный слой толщиной 40 мм изготовлен из мелкодисперсного кварца.</p> <p>Взрывозащитный слой опорной рамы толщиной 30 мм изготовлен 50 слоев полиэтилена.</p> <p>Уровень шума составляет 180 децибел на расстоянии 10 м от места взрыва. В картоне, установленном на расстоянии 2 м от центра взрыва, отсутствуют повреждения.</p> |

Таблица 2 (продолжение)

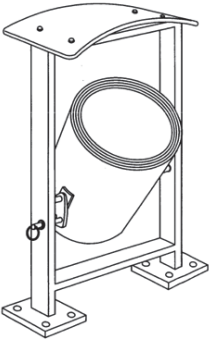
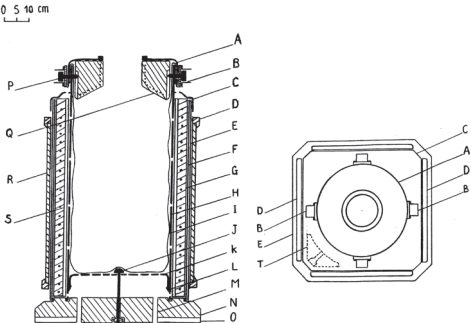
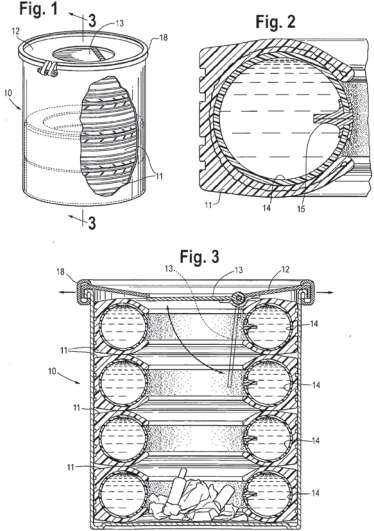
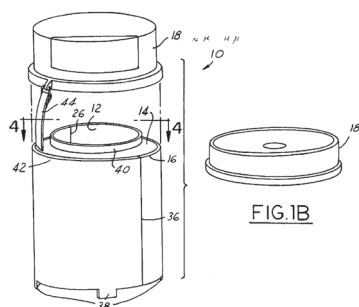
|   |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2 |  <p>Вид конструкции образца по патенту<br/>CN 2926 115<br/>Опрокидываемый взрывозащищенный<br/>мусорный бак</p> | <p>Опрокидывающийся взрывозащищенный мусорный бак состоит из кронштейна, крышки и собственно бака, включающего наружный и внутренний корпуса. Бак вращается на оси.</p> <p>При взрыве заряда ВВ прочный корпус бака ограничивает боковой удар, при этом энергия взрыва может быть высвобождена только вверх, что значительно снижает вред, причиненный взрывом.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 3 |  <p>Вид конструкции образца по патенту<br/>FR 2 738 558 A3<br/>Антитеррористический мусорный бак</p>           | <p>Мусорный бак состоит из полого стального цилиндра <i>H</i>, который предназначен для размещения ВОП в продольной плоскости. Он закрывается в основании перфорированным стальным диском <i>K</i> и сверху стальной крышкой <i>A</i>, которая имеет систему крепления <i>P</i>, <i>B</i>. Крышка снабжена кольцом из синтетического каучука <i>Q</i>, усиленным металлической решеткой, которая предназначена для уменьшения эффекта вырывания крышки при взрыве и рассеивания поражающих элементов ВОП. Еще один полый железобетонный цилиндр <i>G</i> с внутренней канавкой усиливает стальной цилиндр и останавливает осколки ВОП.</p> |
| 4 |  <p>Вид конструкции образца по патенту<br/>US 2 012 030 556 7 A1<br/>Контейнер для защиты от взрыва</p>       | <p>Контейнер состоит из внешней металлической оболочки, заключающей в себе автомобильные камеры с ремнями, используемыми для их штабелирования. В цилиндрическом центральном пространстве размещается съемный контейнер для отходов. Автомобильные камеры заполнены водой, уложены друг на друга и снабжены противоосколочной лентой.</p> <p>Контейнер может быть оснащен тензодатчиком и программируемым микропроцессором для обнаружения ВОП, а также радиочастотным передатчиком для отправки сигнала тревоги на центральный пост охраны.</p>                                                                                           |

Таблица 2 (продолжение)

5

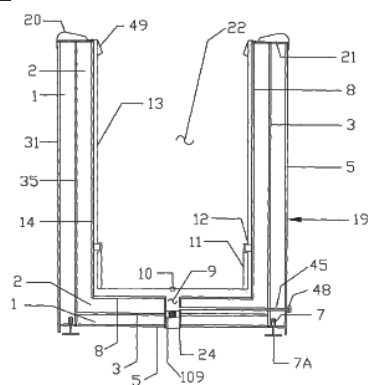


Вид конструкции образца по патенту  
US 7 014 059

Взрывозащищенный контейнер для мусора: 10 — взрывозащищенный контейнер; 16 — внешний контейнер с открытым верхом; 12 — внутренний контейнер с открытым верхом; 14 — армирующий материал; 18 — крышка; 26 — шов внутреннего контейнера; 36 — шов внешнего контейнера; 38 — ножки внешнего контейнера; 40 — кромочная часть внутреннего контейнера; 42 — ободок внешнего контейнера; 44 — трос

Взрывозащищенный контейнер для отходов включает в себя внешний контейнер с открытым верхом и внутренний контейнер с открытым верхом, между которыми размещен железобетон в качестве армирующего материала. Внутренний и внешний контейнеры изготовлены из стали. Внутренний контейнер может быть изготовлен из нейлонового или пластмассового материала, армированного арамидным волокном, например КЕВЛАРА.

6



Вид конструкции образца по патенту  
WO 2 005 002 975 A2

Бомбозащищенный мусорный контейнер: 3 — центральная оболочка; 5 — наружная оболочка; 8 — внутренняя оболочка; 14 — вертикальная стенка внутренней оболочки; 31 — вертикальная стенка наружной оболочки; 35 — вертикальная стенка центральной оболочки

Пространство между наружной и центральной оболочками заполнено первым слоем сжимаемого материала. Пространство между внутренней и центральной оболочками заполнено вторым слоем сжимаемого материала. Материалы первого и второго слоев имеют различные конструкции, состоящие из воды, жидкости, газа, инертного газа, их комбинаций и имеют предел прочности на растяжение по коэффициенту Пуассона — более 0,3.

Средняя оболочка выполнена деформируемой, сужается внутрь от верхнего основания и может изготавливаться из гофрированных, перфорированных, шероховатых, спиралевидных, компрессионных и комбинированных материалов.

Таблица 2 (продолжение)

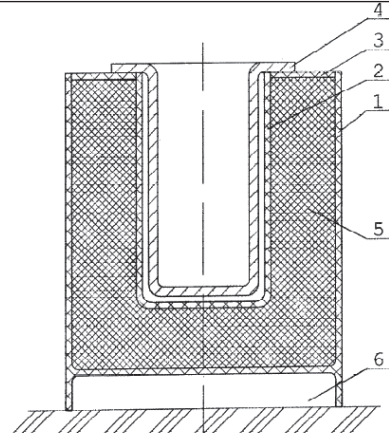
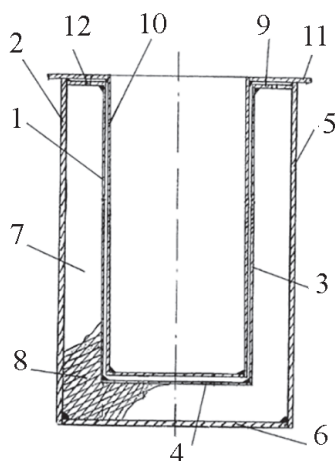
|          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>7</p> |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 2 272 767</p> <p>Взрывобезопасная урна для мусора:</p> <p>1 — внешний цилиндр;<br/>2 — внутренний цилиндр; 3 — крышка;<br/>4 — мусоросборник; 5 — сыпучий материал; 6 — воздушная полость</p>                                                                                                                                                                                                                                             | <p>Взрывобезопасная урна для мусора содержит полый корпус с наполнителем и вкладыш-мусоросборник. Корпус выполнен из пластичного материала с плотностью не более 0,2...1,0 и пределом прочности не более 0,5...1,0 соответственно плотности и предела прочности алюминия, с толщиной стенки не более 0,01...0,02 внутреннего диаметра вкладыша-мусоросборника, а внутренняя полость корпуса выполнена герметичной и заполнена сыпучим материалом с пористостью 0,2...0,95 и толщиной слоя не менее 0,3 внутреннего диаметра вкладыша-мусоросборника.</p> <p>Сыпучий материал может быть размещен в не менее чем одной формообразующей камере. Толщина слоя сыпучего материала может быть переменной для различных горизонтальных сечений по высоте корпуса и сечений в вертикальной плоскости, проходящих через ось симметрии корпуса. Вкладыш-мусоросборник, выполненный из алюминия или других легких сплавов с толщиной стенки не более 1...2 мм, располагается с воздушным зазором толщиной не менее 2...5 мм по отношению к внутреннему цилиндру для предотвращения его чрезмерного нагрева в случае загорания или тления мусора во вкладыше-мусоросборнике. Дно корпуса может быть выполнено с одной или несколькими воздушными полостями. Высота воздушной полости должна быть не менее 1...2 см.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <p>8</p> |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 29048. Взрывостойкая урна:</p> <p>1 — внутренний корпус; 2 — внешний корпус; 3 — цилиндрическая стенка внутреннего корпуса;<br/>4 — днище внутреннего корпуса;<br/>5 — цилиндрическая стенка внешнего корпуса; 6 — днище внешнего корпуса;<br/>7 — полость, заполненная пористым материалом; 8 — пористый материал;<br/>9 — кольцевая пластина;<br/>10 — стаканообразный вкладыш;<br/>11 — наружный фланец; 12 — сквозные отверстия</p> | <p>Урна для мусора содержит корпус, образованный цилиндрической стенкой и днищем. Корпус выполнен составным и включает внутренний корпус и охватывающий его на расстоянии внешний корпус с образованием между их цилиндрическими стенками и днищами полости.</p> <p>Оба корпуса жестко соединены между собой в верхней части посредством кольцевой пластины, причем верхний торец цилиндрической стенки внешнего корпуса выступает над верхним торцом цилиндрической стенки внутреннего корпуса. Внутри внутреннего корпуса с зазором размещен стаканообразный вкладыш, имеющий наружный фланец по верхнему торцу, посредством которого вкладыш опирается на выступающий торец цилиндрической стенки внешнего корпуса, причем диаметр фланца вкладыша превышает наружный диаметр внешнего корпуса. В кольцевой пластине выполнены сквозные отверстия. Полость между внутренним и внешним корпусами заполнена пористым материалом, например пенополиуретаном. Все элементы корпуса урны и вкладыш выполнены из легированной стали.</p> <p>Толщина цилиндрической стенки и днища внешнего корпуса составляет 9–11 мм, толщина цилиндрической стенки и днища внутреннего корпуса составляет 1–3 мм, а расстояние между стенками и днищами внутреннего и внешнего корпусов составляет 70–90 мм. Высота урны составляет 680–720 мм, а наружный диаметр составляет 480–520 мм. Наружный диаметр урны превышает внутренний диаметр вкладыша в 2–3 раза. Все элементы урны выполнены из легированной стали, при этом стенки и днища корпусов и части вкладыша соединены посредством сварки.</p> |

Таблица 2 (продолжение)

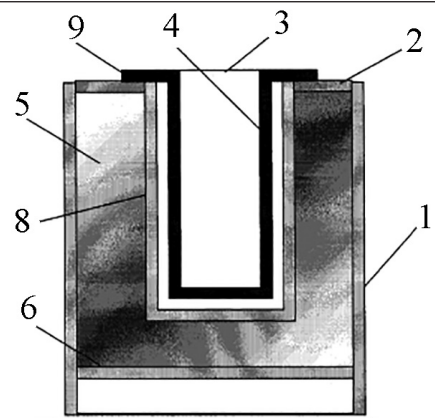
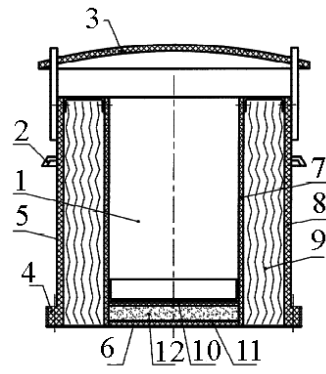
|           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>9</p>  |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 43063</p> <p>Универсальный контейнер-мусоросборник: 1 — корпус; 2 — крышка; 3 — загрузочное отверстие; 4 — съемный мусоросборник; 5 — защитное пространство; 6 — дно корпуса; 8 — стакан; 9 — кольцевой выступ</p>                                                                                                                         | <p>Универсальный контейнер-мусоросборник содержит пластиковый корпус, выполненный, например, из пластмассы или иного материала, способного деформироваться под действием давления и разрушаться без образования осколков. Крышка с загрузочным отверстием закреплена герметично или с возможностью съема и образует между быстросъемным мусоросборником, выполненным из пластмассы или алюминия, и внутренней поверхностью корпуса, защитное пространство, которое заполнено сыпучим материалом, например, песком. Дно корпуса может быть выполнено вогнутым или установлено с конструктивным зазором между ним и внешней опорной поверхностью. Отношение минимального размера корпуса к максимальному размеру мусоросборника в радиальном направлении должно быть не менее двух. Для того, чтобы контейнер не «подскочил» в результате взрыва и продукты взрыва не распространились вдоль пола с образованием ударной волны отношение минимального размера пространства между внутренней поверхностью корпуса и мусоросборником в осевом направлении к размеру этого пространства в радиальном направлении выбирают не менее 2/3. Глубина вогнутости дна корпуса (или конструктивного зазора между дном корпуса и внешней опорной поверхностью) к минимальному размеру пространства между внутренней поверхностью корпуса и мусоросборником не более 0,3.</p> |
| <p>10</p> |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 2 309 879 C1</p> <p>Взрывостойкая урна-контейнер:<br/>1 — корпус; 2 — ручки; 3 — крышка;<br/>4 — узлы под анкеры;<br/>5 — цилиндрическая часть корпуса;<br/>6 — днище; 7 — внутренняя стенка;<br/>8 — наружная стенка; 9 — наполнитель;<br/>10 — внутренняя стенка днища;<br/>11 — наружная стенка днища;<br/>12 — наполнитель днища</p> | <p>Стенки выполнены из композиционного материала, например эпоксидного стеклопластика плотностью 1500 кг/м<sup>3</sup> на основе нити с диаметром волокна 20 мкм и ее объемном содержании 65 %. Стенки цилиндрической части выполнены методом намотки, а стенки днища — методом формования или прессования. Днище может быть выполнено плоским или выпуклым.</p> <p>Заполнитель корпуса состоит из гибких тканых пакетов или сотопанелей, а заполнитель днища — из пенорезины или гранулированного пеноалюминия.</p> <p>Цилиндрическая часть и днище могут быть выполнены в виде одного целого.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Таблица 2 (продолжение)

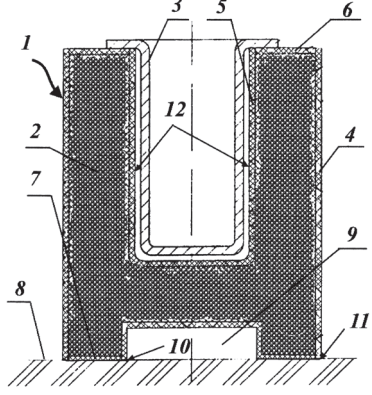
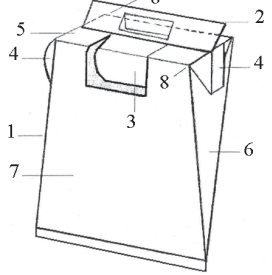
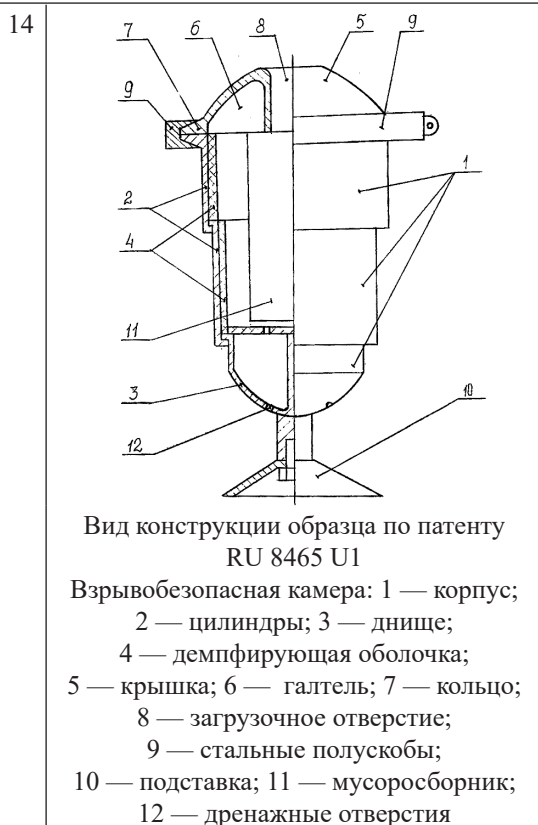
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11 |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 2 757 732 [14]</p> <p>Взрывобезопасная урна для мусора:</p> <p>1 — полый корпус; 2 — сыпучий материал; 3 — вкладыш-мусоросборник; 4 — внешняя стенка; 5 — внутренняя стенка; 6 — крышка; с отверстием под мусоросборник; 7 — поверхность контакта; 8 — подстилающая поверхность; 9 — воздушная полость дна</p> | <p>Взрывобезопасная урна для мусора содержит полый корпус из пластичного материала, заполненный сыпучим материалом, образующим защитный слой, и вкладыш-мусоросборник с возможностью съема в направлении вертикальной оси.</p> <p>Полость корпуса выполнена с образованием защитного слоя сыпучего материала до поверхности контакта дна корпуса с подстилающей поверхностью. Дно корпуса выполнено с воздушной полостью, открытой к подстилающей поверхности в вертикальном направлении. Контур полости в горизонтальной плоскости меньше соответствующего внешнего контура полого корпуса и не меньше соответствующего внутреннего контура полого корпуса для вкладыша-мусоросборника. Глубина полости не меньше одной трети толщины слоя сыпучего материала в направлении подстилающей поверхности, а расстояние между контуром полости в горизонтальной плоскости и соответствующим внешним контуром полого корпуса равно или больше толщины слоя сыпучего материала.</p> <p>Детали корпуса могут быть выполнены из пластмассы, стеклопластика или углепластика толщиной не более 2...5 мм и соединены между собой с образованием влагонепроницаемого пространства, в котором размещается сыпучий материал — сухой песок и/или фарфоровая крошка.</p> |
| 12 |  <p>Вид конструкции образца по патенту RU 131 368 U1. Антитеррористическая урна для мусора одноразовая:</p> <p>1 — одноразовая полость; 2 — ручка; 3 — отверстие с крышкой; 4 — клеевой элемент; 5 — верхнее основание; 6 — боковая грань; 7 — боковая грань; 8 — линия сгиба</p>                                                                      | <p>Урна для мусора состоит из одноразовой емкости и стойки для крепления одноразовой емкости. Одноразовая емкость в виде усеченной пирамиды зафиксирована на стойке для крепления, выполненной в виде цельного проволочного кронштейна с возможностью крепления к горизонтальной и/или вертикальной поверхности, имеется, по меньшей мере, одно отверстие с пружинящей крышкой для наполнения одноразовой емкости, а вдоль нижнего соединительного шва — прорези под сток жидкости.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 13 | <p>Урна-контейнер взрывостойкий по патенту RU 200 645 [15]</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <p>Взрывостойкая урна-контейнер содержит корпус, состоящий из цилиндрической части и дна, образованных внешними и внутренними стенками, разделенными слоем заполнителя из энергопоглощающего материала. Корпус дополняют как минимум одним слоем материала, экранирующего от электромагнитных помех (100 дБ), типа Aaronia X-Dream. Этот материал прикрепляют к внешней или внутренней стенке. Данная ткань имеет эффективность экранирования — 70 дБ; 99,99 % при 20 ГГц. Через подобную ткань практически не проникают сигналы беспроводной связи стандартов: GSM и/или DECT, и/или BLUETOOTH, и/или WLAN и др. электромагнитные сигналы в диапазоне от 1 МГц до 30 ГГц.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

Таблица 2 (продолжение)



Взрывобезопасная камера содержит полый корпус, выполненный из броневой стали в виде колбы, состоящей из двух коаксиально расположенных цилиндров с упрочняющими кольцами на торцах и полусферического днища с галтелями. Внутри корпуса установлена демпфирующая оболочка из стеклопластика толщиной 1,0–1,5 толщины стенки корпуса камеры. В верхней части корпуса расположена крышка, выполненная в виде полусферы с литевыми галтелями и крепежным наружным кольцом клиновидной формы. Для жесткого соединения корпуса с крышкой служат стальные полускобы, охватывающие корпус и крышку по всей окружности и связанные между собой болтовым соединением. Диаметр загрузочного отверстия выбран по предельному размеру предмета, имеющего объем заряда ВВ массой до 0,5 кг ТНТ.

При взрыве происходит частично выброс продуктов детонации в вертикальном направлении. Остатки продуктов детонации изымают из камеры при открытой крышке.

Анализ сведений, представленных в табл. 2, показывает, что подавляющее большинство конструкций взрывозащитных урн разрушается, используемый в конструкции пористый (сыпучий) материал, размещенный между внешней и внутренней оболочками корпуса, эффективно тормозит первичные осколки, образовавшиеся при взрыве ВОП. Причем, как показали экспериментальные исследования, для торможения большинства осколков достаточно слоя песка толщиной 10...15 см и более. Эффективен сыпучий материал (песок и/или фарфоровая крошка), в отличие от пористого пенополиуретана или других пористых материалов, и при защите от кумулятивной струи за счет реализации эффекта непрерывного и многократного схлопывания подвижных частиц сыпучей среды за движущимися фрагментами струи. Ударная волна и продукты детонации, проходя через сыпучий материал, теряют свою интенсивность (снижается давление и импульс во фронте волны, уменьшается скорость распространения) за счет больших потерь энергии на метание час-

тиц песка и/или фарфоровой крошки и адиабатическое сжатие воздушных пор между этими частицами, при котором происходит перевод кинетической энергии в тепловую. Одним из недостатков взрывозащитных урн такой конструкции является значительная масса в связи с использованием сыпучих материалов толщиной 15 см и более.

Метаемые взрывом песок и/или фарфоровая крошка и фрагменты тонкостенного низкоплотного легкоразрушаемого корпуса обладают низкой поперечной нагрузкой (отношением массы к площади поперечного сечения в направлении метания) и интенсивно тормозятся воздухом, разлетаясь на расстояние всего в несколько метров от эпицентра взрыва.

Воздушная полость под дном устройства (при наличии) обеспечивает свободную поверхность у дна корпуса и способствует уменьшению сейсмического воздействия на подстилающую поверхность.

В целях упрощения взрывозащитной урны было проведено экспериментальное исследова-

ние возможности использования конструкции в виде толстостенной трубы для локализации подрыва заряда ТНТ массой 1 кг [9, 10].

На первом этапе была проведена серия подрывов зарядов ТНТ массой 0,5 кг. При этом заряд ТНТ располагался по центру трубы на высоте 350 мм от верхнего края. Труба устанавливалась на бронеовой плите. В результате подрывов, было установлено, что конструкция взрывозащитной урны не нарушена.

При испытаниях определялось избыточное давление во фронте воздушной ударной волны на расстояниях 2,0...3,5 м от места подрыва заряда ТНТ с использованием преобразователей давления ПД-7-1,5М.

В результате обработки экспериментальных данных получена статистическая модель зависимости избыточного давления во фронте ВУВ 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

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

оказалась минимальной.

Вид статистической модели зависимости избыточного давления во фронте воздушной ударной волны (ВУВ) от расстояния до точки подрыва представлен в табл. 3.

Анализ полученной статистической модели показывает, что эффективность взрывозащитной урны по уменьшению уровня избыточного давления во фронте ВУВ находится на уровне эффективности штатных устройств для защиты от взрыва модели «Фонтан» для заряда ТНТ соответствующей массы [11].

На втором этапе была проведена серия подрывов зарядов ТНТ массой 1,0 кг. В результате подрывов, было установлено, что конструкция взрывозащитной урны не нарушена. Вид взры-

возащитной урны до проведения испытаний и после проведения испытаний представлен на рис. 4.

В результате проведения испытаний была подтверждена прочность трубы, при этом после разрывов зарядов ТНТ массой 0,5 кг и 1,0 кг в средней части трубы на уровне расположения заряда ТНТ по окружности образовалась выпуклость. Деформация удлинения окружности трубы составила 1,9 % и 10,8 %, соответственно.

К недостаткам конструкции взрывозащитных урн открытого типа следует отнести наличие пламени и термическое воздействие, которые ограничивают использование таких урн внутри помещений и возле объектов инфраструктуры.

Кинограммы, характеризующие наличие пламени и термического воздействия при подрыве зарядов ТНТ массой 0,5 кг и 1,0 кг, размещенных во взрывозащитных урнах открытого типа, представлены на рис. 5 [9].

С целью исключения термического воздействия взрыва на объекты инфраструктуры и уменьшения массы взрывозащитной урны был предложен и подвергнут испытаниям вариант урны в виде неметаллической оболочки, промежуточная полость которой заполнена газо-жидкостным диспергентом [9], снабженная специальной крышкой с отверстием, размер которого

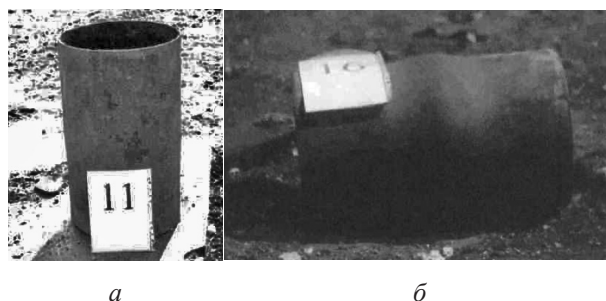


Рис. 4. Вид взрывозащитной урны до и после проведения испытаний подрывом заряда ТНТ массой 1,0 кг: а — вид урны до испытаний; б — вид урны после испытаний

Таблица 3

Вид статистической модели зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния

| Вид статистической модели | Коэффициенты модели |        | Среднее отклонение, % | Среднеквадратическое отклонение | Коэффициент корреляции |
|---------------------------|---------------------|--------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|
|                           | $a$                 | $b$    |                       |                                 |                        |
| $Y = ax / (b + x)$        | 16,856              | -1,445 | 1                     | 0,0003                          | 0,999                  |

Примечание: область определения аргумента от 2,0 до 3,5 м



0



0



0,04 с



0,04 с



0,08 с



0,08 с



0,12 с



0,12 с



0,15 с



0,15 с

*Подрыв заряда ТНТ массой 0,5 кг в урне*

*Подрыв заряда ТНТ массой 1,0 кг в урне*

*Рис. 5. Кинограммы подрывов зарядов ТНТ в взрывозащитной урне*

определен по предельному размеру предмета, имеющего объем заряда ВВ массой до 0,5 кг ТНТ.

В результате испытаний было установлено, что предложенная конструкция взрывозащитной урны исключает появление пламени при взрыве в ней заряда ВВ и термическое воздействие на объекты инфраструктуры. Результаты подрывов зарядов ТНТ массой 2,0 кг в урне на основе газо-жидкостного диспергента с крышкой и урне на основе толстостенной трубы без крышки представлены на рис. 6.

При испытаниях определялось избыточное давление во фронте воздушной ударной волны на расстояниях 1,5...3,0 м от места подрыва заряда ТНТ с использованием преобразователей давления ПД-7-1,5.

В результате обработки экспериментальных данных получена статистическая модель зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва с использованием метода наименьших квадратов. Было рассмотрено несколько видов функций  $y = f(x, a, b, ...)$

и выбрана функция, для которой суммарная погрешность

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

оказалась минимальной.

Вид статистической модели зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния до точки подрыва представлен в табл. 4.

Анализ полученной статистической модели показывает, что эффективность взрывозащитной урны на основе газо-жидкостного диспергента с крышкой по уменьшению уровня избыточного давления во фронте ВУВ находится на уровне эффективности штатных устройств для защиты от взрыва модели «Фонтан» для заряда ТНТ соответствующей массы [12, 13].

Таким образом, для повышения антитеррористической защищенности мест массового скопления людей и объектов инфраструктуры целесообразно использовать взрывозащитные урны, защищающие от поражающих факторов взрыва, к



а



б

Рис. 6. Вид подрывов заряда ТНТ массой 2,0 кг в взрывозащитных урнах:

а — подрыв заряда ТНТ массой 2 кг в урне на основе газо-жидкостного диспергента с крышкой;

б — подрыв заряда ТНТ массой 2 кг в урне на основе толстостенной трубы без крышки

Таблица 4

Вид статистической модели зависимости избыточного давления во фронте ВУВ от расстояния

| Вид статистической модели | Коэффициенты модели |          | Среднее отклонение, % | Среднеквадратическое отклонение | Коэффициент корреляции |
|---------------------------|---------------------|----------|-----------------------|---------------------------------|------------------------|
|                           | <i>a</i>            | <i>b</i> |                       |                                 |                        |
| $Y = ax / (b + x)$        | 19,180              | -1,241   | 3                     | 0,0007                          | 0,995                  |

Примечание: область определения аргумента от 1,5 до 3,0 м

числу которых относятся осколки, ударная волна, термическое воздействие и продукты детонации. Одними из перспективных направлений совершенствования конструкций взрывозащитных урн является использование в качестве демпфирующего слоя газо-жидкостного диспергента, который экспериментальным путем подтвердил свою эффективность.

### Список источников

1. Мнение: Бостонские бомбы закладывались в урны. URL: <https://vz.ru/news/2013/4/16/628961.html?ysclid=lu4e5sc4j2577223532> (дата обращения: 20.08.2024).

2. Взрыв в Волгоградском вокзале: бомба лежала в урне для мусора. URL: <https://svetovid.livejournal.com/702.html> (дата обращения: 20.08.2024).

3. Бомбы в урнах. В Днепропетровске произошла серия взрывов. URL: <https://lenta.ru/articles/2012/04/27/blasts/?ysclid=lu4dgrtkaw748141255> (дата обращения: 20.08.2024).

4. Взрыв урны в центре Запорожья: пострадала девушка. URL: <https://www.vesti.ru/article/1871612?ysclid=m6esql8ofs753913347> (дата обращения: 20.08.2024).

5. Разработка урны-контейнера для защиты от взрывных устройств в местах массового скопления. URL: <http://sec4u.ru/text/1-analist/95/index.shtml> (дата обращения: 20.08.2024).

6. Петренко Е.С., Кузнецов А.В. Взрывобезопасные урны как один из методов повышения антитеррористической защищенности объектов городской и транспортной инфраструктуры в современных условиях // Спецтехника и связь. 2010. № 2–3. С. 31–34.

7. Хомик С.В., Гук И.В., Сильников М.В. и др. Ослабление сферической ударной волны перфорированной перегородкой в конической ударной трубе // Химическая физика. 2022. Т. 41. № 8. С. 88–92.

8. Хомик С.В., Гук И.В., Сильников М.В. и др. Моделирование взаимодействия сферической ударной волны со слоем насыпного материала в конической ударной трубе // Химическая физика. 2021. Т. 40. № 8. С. 63–69.

9. Отчет о НИР «Разработка теоретических основ и экспериментальное исследование материалов на основе гетерогенных сред для исполь-

зования в новом поколении систем защиты от взрыва. Создание новых многофазных гетерогенных материалов для использования в системах защиты от взрыва», шифр «Экран». СПб., ЗАО «НПО Спецматериалов», 2004. 75 с.

10. 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.

11. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Сазыкин А.М. 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.

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. Чернышов М.В., Савелова К.Э., Капранова А.С., Яценко А.А. Численное моделирование взрывозащитных урн / XXVI Всероссийский семинар с международным участием по струйным, отрывным и нестационарным течениям // Материалы докладов конференции, 27 июня–1 июля 2022 год, Санкт-Петербург. Библиотека журнала «Военмех. Вестник БГТУ», № 85. С. 198–200.

14. Взрывобезопасная урна для мусора: пат. 2757732 Рос. Федерация. № 2021101490; заявл. 25.01.2021; опубл. 21.10.2021, Бюл. № 30. 9 с.

15. Урна-контейнер взрывостойкий: пат. 200645 Рос. Федерация. № 2020118016; заявл. 01.06.2020; опубл. 03.11.2020, Бюл. № 31. 3 с.

### References

1. Opinion: Boston bombs were planted in ballot boxes. URL: <https://vz.ru/news/2013/4/16/628961.html?ysclid=lu4e5sc4j2577223532> (date of reference: 20.08.2024).

2. Explosion at Volgograd railway station: the bomb was in a garbage can. URL: <https://svetovid.livejournal.com/702.html>

vid.livejournal.com/702.html (date of reference: 20.08.2024).

3. Bombs in the urns. A series of explosions took place in Dnepropetrovsk. URL: <https://lenta.ru/articles/2012/04/27/blasts/?ysclid=lu4dgrtkaw748141255> (date of reference: 20.08.2024).

4. Explosion of an urn in the center of Zaporizhzhya: a girl was injured. URL: <https://www.vesti.ru/article/1871612?ysclid=m6esq18ofs753913347> (date of reference: 20.08.2024).

5. Development of an urn-container for protection against explosive devices in places of mass gathering. URL: <http://sec4u.ru/text/1-analist/95/index.shtml> (date of reference: 20.08.2024).

6. Petrenko E.S., Kuznetsov A.V. Explosion-proof urns as one of the methods to increase anti-terrorist security of urban and transport infrastructure objects in modern conditions // *Spetsstekhnika i svyaziia*. 2010. No 2–3. Pp. 31–34.

7. Homik S.V., Guk I.V., Silnikov M.V. et al. Weakening of a spherical shock wave by a perforated baffle in a conical shock tube // *Chemical Physics*. 2022. T. 41. No 8. Pp. 88–92.

8. Homik S.V., Guk I.V., Silnikov M.V. et al. Modeling of interaction of a spherical shock wave with a layer of bulk material in a conical shock tube // *Chemical Physics*. 2021. T. 40. No 8. Pp. 63–69.

9. R&D report «Development of theoretical basis and experimental study of 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, cipher «Ekran». SPb., ZAO «NPO Spetsmaterialov», 2004. 75 p.

10. Mikhailin A.I., Spivak A.I., Chernyshov M.V. et al. Development and Testing of Combined Means of Localization of Explosion Affecting Factors with the Effect of Directed Explosion // *Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism*. 2011. No 7–8. Pp. 9–16.

11. Vasiliev N.N., Spivak A.I., Sazykin A.M. et al. To the question of reducing the fugitive action of the explosion by the devices for protection against explosion «Fountain» when triggering reinforced charges // *Defense Engineering Issues. Series 16. Technical means of countering terrorism*. 2014. No 5–6. Pp. 47–54.

12. Silnikov M.V., Spivak A.I., Vasiliev N.N. et al. Experimental study of the reduction of the fugitive action of the explosion by the shielding devices of the «Fountain» series at triggering of the reinforced charges // *Issues of defense technology. Series 16. Technical means of countering terrorism*. 2013. No 11–12. Pp. 28–36.

13. Chernyshov M.V., Savelova K.E., Kapralova A.S., Yatsenko A.A. Numerical modeling of explosion-proof urns / XXVI All-Russian Workshop with international participation on jet, breakaway and unsteady flows // *Proceedings of the conference, June 27 – July 1, 2022, St. Petersburg. Library of the journal «Voenmech. Vestnik BSTU»*, No 85. Pp. 198–200.

14. Explosion-proof garbage can: pat. 275777732 Ros. Federation. No. 2021101490; avt. 25.01.2021; publ. 21.10.2021, Bulletin No. 30. 9 p.

15. Explosion-proof urn-container: patent. 200645 Ros. Federation. No. 2020118016; avt. 01.06.2020; publ. 03.11.2020, Bulletin No. 31. 3 p.