



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2015136678/03, 28.08.2015

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
28.08.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 28.08.2015

(45) Опубликовано: 27.08.2016 Бюл. № 24

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2549505 C1, 27.04.2015. SU 1745018 A1, 27.11.1995. RU 2140053 C1, 20.10.1999. RU 2160880 C2, 20.12.2000. RU 100607 U1, 20.12.2010. RU 2013129030 A, 10.01.2015. US 20130061771 A1, 14.03.2013.

Адрес для переписки:

105005, Москва, ул. 2-я Бауманская, 5, стр. 1,
МГТУ им. Н.Э. Баумана, ЦЗИС, для Ладова
С.В., каф. СМ-4

(72) Автор(ы):

Ладов Сергей Вячеславович (RU),
Федоров Сергей Владимирович (RU),
Никольская Яна Михайловна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

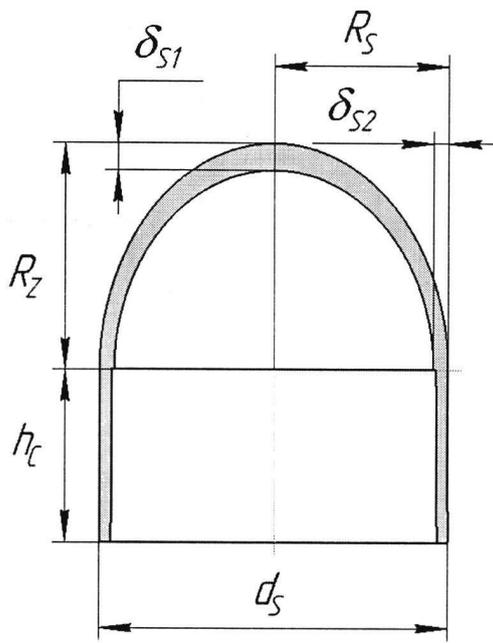
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Московский государственный технический
университет имени Н.Э. Баумана" (МГТУ
им. Н.Э. Баумана) (RU)

**(54) КОМБИНИРОВАННАЯ КУМУЛЯТИВНАЯ ОБЛИЦОВКА ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ
ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ КОМПАКТНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к области ракетно-космической и оборонной техники и может быть использовано в различных кумулятивных устройствах, предназначенных для формирования высокоскоростных компактных элементов, используемых при экспериментальном исследовании поведения материалов в условиях высокоинтенсивного кинетического воздействия. Комбинированная кумулятивная облицовка состоит из струеобразующей части, выполненной в форме полусферической оболочки с уменьшением толщины от вершины к ее основанию, и сопрягающейся с ней отсекающей части, выполненной в форме цилиндрической оболочки, внешний радиус которой совпадает с внешним радиусом струеобразующей части. Струеобразующая часть кумулятивной облицовки выполнена в форме вытянутой относительно оси вращения полуэллипсоидальной оболочки. Длина полярной полуоси полуэллипсоидальной оболочки выполнена на 10...20% больше длины

ее экваториальной полуоси. Изобретение позволяет повысить массу формируемого высокоскоростного компактного элемента при сохранении его скорости на уровне 8...10 км/с. 5 ил., 1 табл.



Фиг. 2

RU 2596168 C1

RU 2596168 C1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: 2015136678/03, 28.08.2015

(24) Effective date for property rights:
28.08.2015

Priority:

(22) Date of filing: 28.08.2015

(45) Date of publication: 27.08.2016 Bull. № 24

Mail address:

105005, Moskva, ul. 2-ja Baumanskaja, 5, str. 1,
MGTU im. N.E. Baumana, TSZIS, dlja Ladova S.V.,
kaf. SM-4

(72) Inventor(s):

Ladov Sergej Vyacheslavovich (RU),
Fedorov Sergej Vladimirovich (RU),
Nikolskaya Yana Mikhajlovna (RU)

(73) Proprietor(s):

federalnoe gosudarstvennoe byudzhetnoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
professionalnogo obrazovaniya "Moskovskij
gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet imeni
N.E. Baumana" (MGTU im. N.E. Baumana)
(RU)

(54) **COMBINED CUMULATIVE LINING FOR HIGH-SPEED COMPACT ELEMENTS FORMATION**

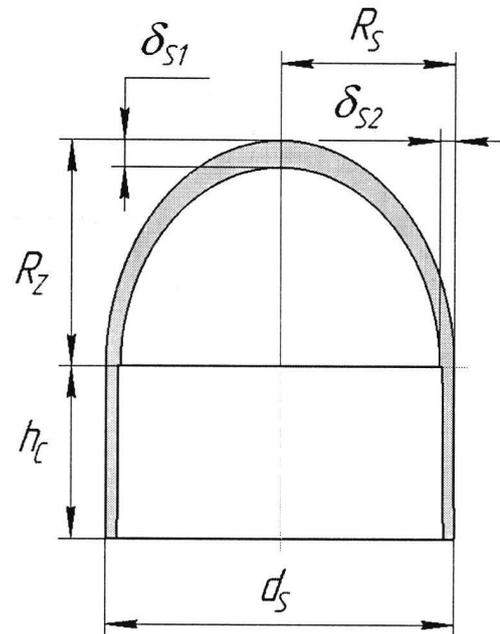
(57) Abstract:

FIELD: space.

SUBSTANCE: invention relates to aerospace and defense equipment and can be used in various cumulative devices intended for formation of high-speed compact elements used in experimental study of materials behavior in conditions of high-intensity kinetic impact. Combined cumulative lining consists of jet-forming part made in form of a hemispherical shell with reduction of thickness from top to its base and adjacent to it cut-off part made in form of cylindrical shell outer radius of which equals external radius of jet-forming part. Jet-forming part of cumulative lining is made in the form of elongated relative to rotation axis semiellipsoidal shell. Length of polar semiaxis of semiellipsoidal shell is made at 10...20 % bigger than its equatorial semiaxis.

EFFECT: invention increases mass of formed high-speed compact element, while preserving its speed of 8...10 km/s.

1 cl, 5 dwg, 1 tbl



Фиг. 2

RU 2 596 168 C1

RU 2 596 168 C1

Область техники

Изобретение относится к области ракетно-космической и оборонной техники и может быть использовано в различных кумулятивных устройствах (КУ), предназначенных для формирования высокоскоростных компактных элементов (ВКЭ), используемых при экспериментальном, исследовании материалов в условиях высокоинтенсивного кинетического воздействия.

Уровень техники

Для определения реакции сложных конструкций на удар частиц с космическими скоростями требуется разработка устройств, позволяющих в наземных условиях осуществить разгон компактных металлических элементов массой от единиц до нескольких десятков граммов ($m=5 \dots 20$ г) до скоростей порядка $V=8 \dots 10$ км/с и более. При этом устройства должны быть достаточно просты в конструктивном исполнении и адаптированы к условиям моделирования коллективного воздействия ВКЭ (например, устанавливаться в специальных кассетах из нескольких КУ).

Для решения данной задачи применяются различные взрывные метаяющие устройства, в том числе КУ, формирующие ВКЭ [1, 2]. Основным элементом подобных КУ, помимо заряда взрывчатого вещества (ВВ) и детонирующего устройства, является кумулятивная облицовка (КО), устанавливаемая в профилированной выемке заряда ВВ и предназначенная для формирования струйного течения материала с соответствующим распределением массы и скорости его отдельных частиц при движении в пространстве. При этом известным способом формирования ВКЭ при использовании КУ является организация в нужный момент времени «отсечки» высокоскоростной части струйного течения материала, из которой в дальнейшем и формируется собственно безградиентный ВКЭ необходимой массы и скорости. Такая отсечка может быть реализована различными способами, например, с помощью метания пластин сбоку на струю или детонации бокового заряда [2], однако в этих случаях схемы организации отсечки достаточно громоздки, а механизм их реализации усложнен. В этой связи достаточно простым и не требующим использования дополнительных устройств способом является применение для данных целей комбинированных КО, состоящих из струеобразующей и отсекающей частей, сопрягающихся между собой.

В работах [1, 2] приводится ссылка на КУ, разработанное Потаповым П.И., в котором используется облицовка комбинированной формы полусфера-цилиндр (ПЦ-облицовка). При этом полусферическая оболочка, являющаяся частным случаем оболочки вращения положительной гауссовой кривизны, выполняет роль струеобразующей части комбинированной КО, формирующей собственно струйное течение материала с соответствующим распределением массы и скорости вдоль струи, а цилиндр, сопрягающийся с ней, выполняет роль отсекающей части, позволяющей отсечь часть струйного течения материала и выделить собственно ВКЭ определенной массы и скорости. Применение подобных комбинированных КО в составе КУ позволило получить ВКЭ в диапазоне изменения масс $m=3,5 \dots 40$ г и скоростей $V=4,5 \dots 4,7$ км/с при использовании цилиндрических зарядов ВВ на основе тротила-гексогена и стальных КО.

Полученные скорости метания ВКЭ более чем в 2 раза ниже требуемых. Повышение скорости формируемых ВКЭ может достигаться, например, за счет совершенствования конструкции ПЦ-облицовки, повышения мощности заряда ВВ, изменения способа инициирования заряда ВВ, введения в конструкцию КУ дополнительных элементов.

Заявляемой предметной областью предлагаемого изобретения является достижение необходимых уровней скоростей и масс ВКЭ за счет совершенствования конструкции

комбинированной КО, главным образом, ее струеобразующей части, как одного из элементов простейшего КУ - кумулятивного заряда.

Анализ патентно-информационных источников позволил выявить ряд аналогов предлагаемого технического решения в части использования комбинированной ПЦ-облицовки в составе КУ [3-7].

Так, в известном техническом решении [3] предлагается простейшее КУ, состоящее из цилиндрического заряда ВВ, детонирующего устройства и комбинированной КО, струеобразующая часть которой выполнена в форме полусферической оболочки постоянной толщины, а отсекающая часть КО - в форме цилиндрической оболочки, при этом обе части облицовки сопрягаются и имеют один и тот же внешний радиус, а цилиндрическая часть имеет толщину, примерно на 20...25% большую, чем толщина полусферической части.

В данной конструкции формирование ВКЭ осуществляется путем отсечки части струйного течения, образованного из полусферической части КО, с помощью схлопывания цилиндрической части КО на оси конструкции. При этом на формирование струйного течения необходимой массы и скорости существенно влияет форма и толщина струеобразующей части комбинированной КО, а эффективность отсечки зависит от высоты и толщины цилиндрической части комбинированной КО. На основе подобной комбинированной КО было экспериментально отработано КУ, обеспечивающее при оптимизации геометрических параметров комбинированной КО и использовании заряда ВВ на основе тротила-гексогена цилиндрической формы диаметром 90 мм и высотой 144 мм формирование стального ВКЭ массой $m=17\pm 4$ со скоростью $V=6,0$ км/с.

При наличии общих признаков данного технического решения с предлагаемым в части конструкции КО, струеобразующая часть которой выполнена в форме оболочки вращения положительной гауссовой кривизны, а сопрягающаяся с ней отсекающая часть КО в форме цилиндрической оболочки, оно приводит к устойчивому формированию ВКЭ приемлемой массы со скоростью, большей приводимой в работах [1, 2] для простейших КУ с комбинированной ПЦ-облицовкой, однако меньшей требуемого порога, заявленного для решения поставленной задачи. Одной из возможных причин этого является неоптимальное распределение толщины полусферической и цилиндрической частей комбинированной КО.

Другими аналогами предлагаемого технического решения в части конструкции комбинированной КО могут быть изобретения [4-6]. В них предлагаются достаточно сложные КУ, в которых комбинированная ПЦ-облицовка является одним из элементов устройства, причем не играющим ключевую роль в повышении эффективности метания ВКЭ. Так в изобретении [4] увеличение скорости метания ВКЭ связывают с образованием маховской детонационной волны, давление в которой существенно выше, чем за фронтом падающей стационарной волны. Организация такой маховской волны, в свою очередь, связана с конструкцией детонационной разводки на торце или боковой поверхности заряда.

В изобретении [5] предлагается устройство, состоящее из заряда ВВ цилиндрической формы с осевой кумулятивной выемкой в форме полусферы-цилиндра с металлической облицовкой и детонирующего устройства. При этом в полости кумулятивной выемки заряда соосно с ней установлен вкладыш с осевой кумулятивной выемкой в форме полусферы-цилиндра и с фланцем со ступенчатой торцевой поверхностью, обращенной к заряду. Вкладыш присоединен к торцевой поверхности облицовки торцевой поверхностью ступени фланца с меньшим диаметром наружной боковой поверхности, а ступень фланца с большим диаметром наружной боковой поверхности, равным или

большим диаметром наружной боковой поверхности заряда, расположена с заданным зазором относительно ближе расположенного торца заряда.

В изобретении [6] предлагается устройство, в котором осевая выемка на внешнем торце осесимметричного элемента из полимерного материала выполнена в форме полусферы-цилиндра и снабжена металлической разнотолщинной облицовкой. При этом, по мнению авторов изобретения, снабжение осесимметричного элемента металлической разнотолщинной облицовкой позволяет избавиться от градиента скорости ВКЭ.

При наличии общих признаков данных технических решений с предлагаемым в части использования комбинированной КО, струеобразующая часть которой выполнена в форме оболочки вращения положительной гауссовой кривизны, а сопрягающаяся с ней отсекающая часть КО - в форме цилиндрической оболочки, они позволяют получить скорость метания стальных ВКЭ массой до 10 г в диапазоне 7,0...8,0 км/с не за счет совершенствования конструкции КО, а за счет увеличения массы заряда ВВ по отношению к массе КО, повышения давления в детонационной волне или введения дополнительных элементов в конструкцию КУ, существенно ее усложняющих и удорожающих. К тому же такие устройства неэффективно использовать при моделировании коллективного воздействия ВКЭ, прежде всего исходя из критериев простоты, мобильности и стоимости.

Наиболее близким техническим решением, принятым за прототип, является техническое решение комбинированной КО для формирования высокоскоростных элементов [7], в котором струеобразующая часть КО выполнена в форме полусферической оболочки (частного случая оболочки вращения положительной гауссовой кривизны) с уменьшением толщины от вершины к ее основанию от $(0,08...0,1) R_C$ до $(0,03...0,05) R_C$, где R_C - внешний радиус полусферической оболочки, а отсекающая часть КО - в форме цилиндрической оболочки, внешний радиус которой совпадает с внешним радиусом полусферической части, а толщина составляет 0,5...1,0 от толщины основания полусферической оболочки (фиг. 1,а).

Общими признаками с предлагаемой комбинированной КО является наличие струеобразующей части КО дегрессивной (уменьшающейся от вершины к основанию) толщины, выполненной в форме оболочки вращения положительной гауссовой кривизны, и сопрягающейся с ней отсекающей части КО в форме цилиндрической оболочки, внешний радиус которой совпадает с внешним радиусом поперечного сечения струеобразующей части в плоскости сопряжения.

Реализация данного технического решения приводит к устойчивому формированию безградиентного ВКЭ со скоростью, превышающей значения, достигнутые в [3-6], однако при этом наблюдается существенное снижение массы ВКЭ.

Раскрытие изобретения

Решаемой задачей настоящего изобретения является усовершенствование конструкции комбинированной КО, главным образом ее струеобразующей части, как одного из элементов простейшего КУ для формирования ВКЭ, обеспечивающее формирование ВКЭ с необходимыми массово-скоростными характеристиками, превышающими характеристики, достигнутые в прототипе и обеспечивающие решение поставленной задачи.

Техническим результатом является получение значений скорости и массы ВКЭ, позволяющих решить поставленную задачу.

Технический результат достигается тем, что в известном техническом решении комбинированной КО для формирования ВКЭ, состоящей из струеобразующей части

КО, выполненной в форме полусферической оболочки дегрессивной (уменьшающейся от вершины к основанию) толщины и сопрягающейся с ней отсекающей части КО, выполненной в форме цилиндрической оболочки, внешний радиус которой совпадает с внешним радиусом струеобразующей части КО, струеобразующая часть КО выполнена в форме полуэллипсоидальной оболочки дегрессивной толщины, вытянутой вдоль оси вращения.

Перечень фигур

Фиг. 1. Схема комбинированной облицовки полусфера-цилиндр с дегрессивной (уменьшающейся от вершины к основанию) толщиной струеобразующей части: а - комбинированная КО; б - простейшее КУ для формирования ВКЭ: 1 - комбинированная КО, 2 - цилиндрический заряд ВВ, 3 - детонирующее устройство.

Фиг. 2. Схема предлагаемой комбинированной облицовки полуэллипсоид-цилиндр с дегрессивной (уменьшающейся от вершины к основанию) толщиной.

Фиг. 3. Формирование струйных течений кумулятивными облицовками различной формы: а - полусфера постоянной толщины; б - полусфера дегрессивной толщины; в - полуэллипсоид дегрессивной толщины.

Фиг. 4. Массово-скоростные распределения при формировании струйных течений при обжати полуэллипсоидальных облицовок (цифрами указаны соотношения полуосей R_Z/R_S в мм).

Фиг. 5. Конфигурация течения материала и распределение скорости на оси в момент времени образования безградиентного ВКЭ (варианты для комбинированных КО со струеобразующей частью в форме полуэллипсоидальной оболочки дегрессивной толщины).

Осуществление изобретения

На фиг. 2 показано техническое решение предлагаемой комбинированной КО, где в качестве струеобразующей части комбинированной КО вместо полусферической оболочки радиусом R_C с уменьшающейся от вершины к основанию толщиной ($\delta_{C1} > \delta_{C2}$), как представлено в прототипе (фиг. 1а), предлагается использовать вытянутую вдоль оси вращения полуэллипсоидальную оболочку ($R_Z > R_S$) с уменьшающейся от вершины к основанию толщиной ($\delta_{S1} > \delta_{S2}$), сопрягающуюся с цилиндрической частью комбинированной КО, внешний радиус которой $d_S/2$ совпадает с внешним экваториальным радиусом R_S полуэллипсоидальной оболочки.

Решение о переходе к полуэллипсоидальной оболочке дегрессивной толщины, в которой внутренняя и наружная поверхности представляют собой поверхности полуэллипсоидов вращения, а длина полярной полуоси внешнего контура R_Z несколько отличается от длины его экваториальной полуоси R_S (фиг. 2), является ключевым в решении проблемы увеличения массы отсекаемого струйного течения (за счет перехода к полуэллипсоидальной форме струеобразующей части КО) при незначительном снижении его скорости (за счет сохранения дегрессивности толщины).

Этим решается проблема прототипа, связанная с высоким градиентом скорости на высокоскоростном головном участке струи, формируемой полусферической частью ПЦ-облицовки дегрессивной толщины, что обуславливает существенное снижение массы головного участка вследствие ее быстрого растяжения и, соответственно, массы того компактного элемента, который можно было бы получить в случае успешной «отсечки» головной части струи.

С целью определения преимуществ предлагаемого технического решения были

проведены соответствующие численные расчеты по методике, которая была предварительно протестирована на результатах экспериментальных исследований [1, 3].

В расчетах рассматривался простейший кумулятивный заряд цилиндрической формы диаметром $d_0=100$ мм и высотой 150 мм, в кумулятивной выемке которого размещалась комбинированная КО из меди (фиг. 1б). Характеристики ВВ составляли: плотность 1,7 г/см³, скорость детонации 8,6 км/с. Внешний диаметр цилиндрической части КО в расчетах варьировался в диапазоне $d_5=40\dots 60$ мм, высота цилиндрической части изменялась в пределах $h_C=23\dots 27$ мм, толщины струеобразующей части КО изменялись от $\delta_{S1}=2,4\dots 2,6$ мм в вершине до $\delta_{S2}=1,0\dots 1,5$ мм в основании (фиг. 2), что примерно соответствовало ранее полученным результатам по оптимизации геометрических параметров ПЦ-облицовок [3, 7] и позволяло проводить обоснованное сравнение полученных новых результатов с данными аналога [3] и прототипа [7].

Для иллюстрации вышесказанного на фиг. 3 приведены результаты численного моделирования формирования струйных течений из КО в форме полусферы постоянной толщины (рис. 3,а; внешний радиус $R_C=30$ мм; толщина $\delta_C=2,4$; аналог [3]); полусферы дегрессивной толщины того же внешнего радиуса (рис. 3,б; $\delta_{C1}=2,4$ мм; $S_{C2}=1,2$; прототип [7]) и полуэллипсоида дегрессивной толщины (рис. 3,в; $R_S=30$ мм; $R_Z=36$ мм $\delta_{S1}=2,4$ мм; $S_{S2}=1,2$; предлагаемое техническое решение). Видно, что переход к полусфере дегрессивной толщины позволяет поднять скорость «головы» струи примерно с 6,3 км/с до 9,5 км/с. Однако при этом значительно уменьшается ее толщина - материала для «отсечки» компактного элемента в головной части становится мало. Данный отрицательный фактор устраняется при придании облицовке формы вытянутого вдоль оси вращения полуэллипсоида дегрессивной толщины. При этом скорость «головы» струи по сравнению с полусферой дегрессивной толщины несколько снижается (до 8 км/с), однако ее толщина существенно возрастает и позволяет произвести нормальную «отсечку» высокоскоростного компактного элемента.

Путем численных расчетов подбирались геометрические параметры усовершенствованных комбинированных КО, позволяющие сформировать ВКЭ с заданным уровнем скорости при максимально возможном значении его массы. Для представления результатов использовались конфигурации течения материала и распределения скорости на оси на момент времени, когда уже произошла отсечка части струйного течения материала и выделение ВКЭ (фиг. 3). При этом на картинках течения можно выделить три ярко выраженных участка: справа показан лидирующий утолщенный участок струйного течения, формирование которого происходит в результате схлопывания цилиндрической части облицовки и который после прекращения инерционного деформирования материала «превращается» в ВКЭ, движущийся как абсолютно твердое тело; вслед за ВКЭ движется сплошная струя материала, которая удлиняется с сокращением своего поперечного размера и является «феноменом» численного расчета, в модель которого не вводится критерий разрушения материала (по данным экспериментальной рентгенографии такой струи не наблюдается, вместо нее движется поток мелких отдельных частиц, постепенно рассеивающихся в радиальном направлении); наконец, слева показана основная массивная часть струйного течения материала, которая резко «тормозится» и не оказывает влияния на действие ВКЭ.

На фиг. 4 представлены кривые массово-скоростных распределений (МСР) при взрывном обжати полуэллипсоидальных оболочек в зависимости от соотношения

длины полярной (R_Z) и экваториальной (R_S) полуосей, при этом максимальное отклонение R_Z от R_S в расчетах лежало в пределах 20%. Видно, что с увеличением длины полярной полуоси R_Z (при фиксированной длине экваториальной полуоси R_S) кривые МСР круче уходят вверх от крайней правой точки на оси абсцисс и идут выше, что соответствует увеличению массы как головной части струйного течения, так и всей струи в целом. При этом положение крайней точки в случае $R_Z \geq R_S$ (вытянутые полуэллипсоиды) остается практически неизменным (не меняется скорость «головы» струи), а при $R_Z < R_S$ (сплюснутые полуэллипсоиды) указанная точка заметно смещается по оси абсцисс вправо (скорость «головы» струи возрастает). Таким образом очевидно, что при увеличении отношения R_Z/R_S несколько увеличивается масса струйного течения отсекаемого участка при одновременном уменьшении его скорости.

На фиг. 5 показаны конфигурации течения материала и распределения скорости на оси на момент времени, когда уже произошла отсечка головной части струйного течения и выделился безградиентный ВКЭ (на это указывает «полочка» постоянной скорости на графиках), для «лучших» вариантов 1, 2, 3, соответствующих диапазону скоростей 9...9,5 км/с. Конкретные значения параметров для данных вариантов указаны в таблице. Как видно из таблицы, для данных вариантов лучшие результаты обеспечиваются при превышении длины полярной полуоси полуэллипсоидальной оболочки R_Z над длиной ее экваториальной полуоси R_S в пределах 13...14%. С учетом выборки результатов расчетов для других вариантов, обеспечивающих скорости ВКЭ приемлемой массы в требуемом диапазоне от 8 до 10 км/с, указанный интервал соотношения R_Z и R_S может быть расширен до 10...20% (см. варианты 4,5 в таблице).

Таблица

№ вар.	Параметры облицовки					Параметры ВКЭ	
	R_S/R_Z мм	$(R_Z-R_S)/R_S$ %	d_s/d_0	δ_{S1}/δ_{S2} , мм	h_c , мм	скорость, км/с	масса, г
1	25/29	13,8	0,33	2,4/1,0	24	8,95	12,5
2	25/29	13,8	0,33	2,6/1,0	27	9,25	12,0
3	20/23	13,0	0,27	2,4/1,0	23	9,43	6,5
4	26/33	21,2	0,35	2,4/1,2	26	7,85	21,0
5	26/29	10,3	0,35	2,4/1,0	26	10,4	3,8

Использованные источники информации

1. Высокоскоростное метание компактных элементов / А.Г. Балеевский, Ю.Г. Киселев, В.А. Могилев и др. // Сборник докладов научной конференции ВРЦ РАН «Современные методы проектирования и отработки ракетно-артиллерийского вооружения». - Саров: ВНИИЭФ, 2000. - С. 244-248.

2. Физика взрыва / Под ред. Л.П. Орленко. - Изд. 3-е, перераб. - В 2 т., Т. 2. - М.: Физматлит, 2002. - С. 37-40.

3. Жданов И.В., Князев А.С., Маляров Д.В. Получение высокоскоростных компактных элементов требуемых масс при пропорциональном изменении размеров кумулятивных устройств // Труды Томского государственного университета. - Т. 276. - Сер. физико-математическая. - Томск: Изд-во Томского ун-та, 2010. - С. 193-195.

4. Патент РФ №2309367, кл. F42B 1/02. Способ и устройство формирования

компактного элемента / А.С. Князев, Д.В. Маляров. - Публ. 27.10.2007.

5. Патент РФ №2383849, кл. F42B 1/028. Кумулятивное устройство / А.С. Князев, Д.В. Маляров. - Публ. 10.03.2010.

6. Патент РФ №2525330, кл. F42B 1/028, F42B 1/024. Устройство для формирования компактного элемента / И.В. Жданов, А.С.Князев, Д.В. Маляров. - Публ. 10.08.2014.

7. Патент РФ №2549505, кл. F42B 1/024, F42B 1/028, F42B 1/032, F42B 12/10, Комбинированная кумулятивная облицовка для формирования высокоскоростных компактных элементов / С.В. Ладов, С.В. Федоров, Я.М. Баянова. - Публ. 27.04.2015.

Формула изобретения

10 Комбинированная кумулятивная облицовка для формирования высокоскоростных компактных элементов, содержащая струеобразующую часть в форме оболочки вращения положительной гауссовой кривизны, выполненной с уменьшением толщины от вершины к ее основанию, и сопряженную с ней отсекающую часть в форме
15 цилиндрической оболочки, внешний радиус которой совпадает с внешним радиусом поперечного сечения струеобразующей части в плоскости сопряжения, отличающаяся тем, что струеобразующая часть комбинированной кумулятивной облицовки выполнена в форме полуэллипсоидальной оболочки с длиной полярной полуоси, на 10-20% большей длины экваториальной полуоси.

20

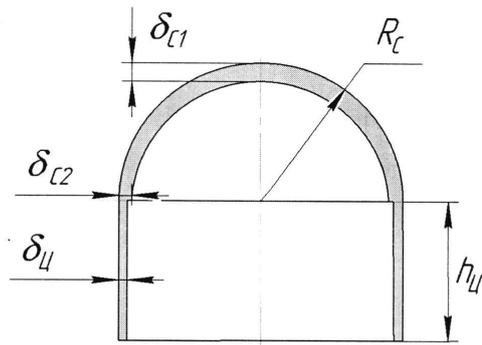
25

30

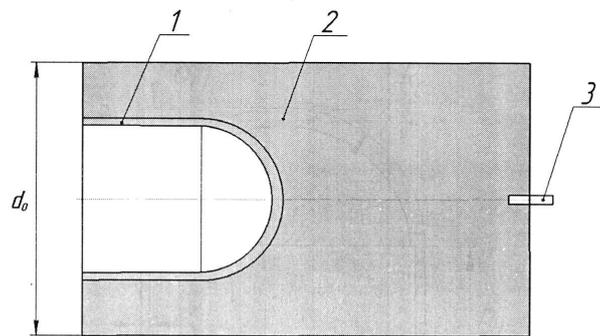
35

40

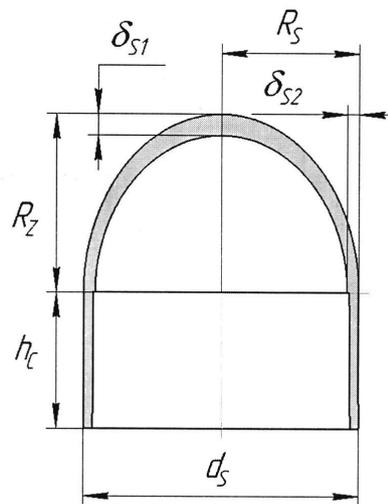
45



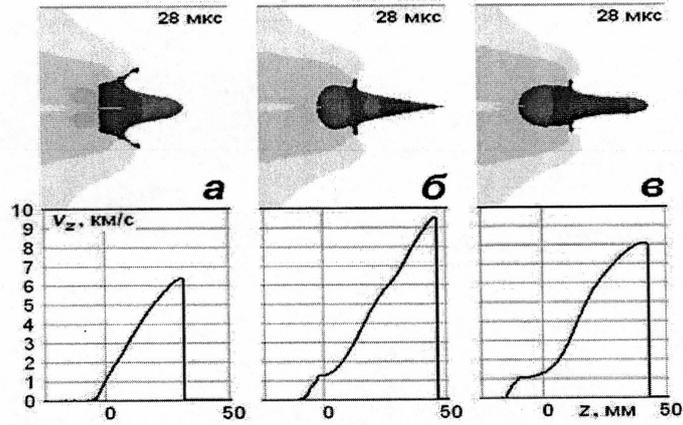
Фиг. 1а



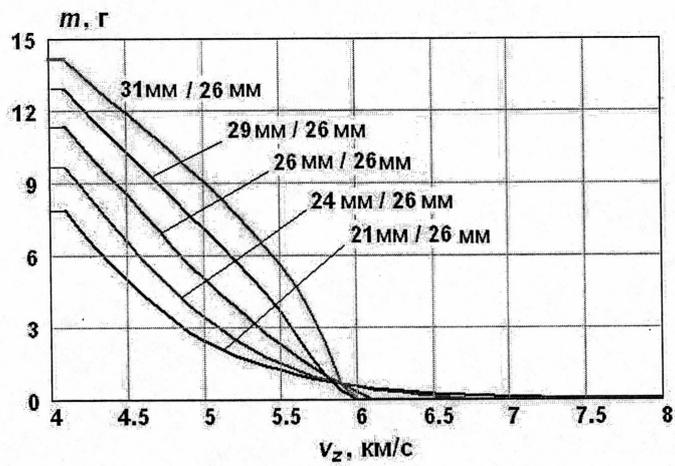
Фиг. 1б



Фиг. 2

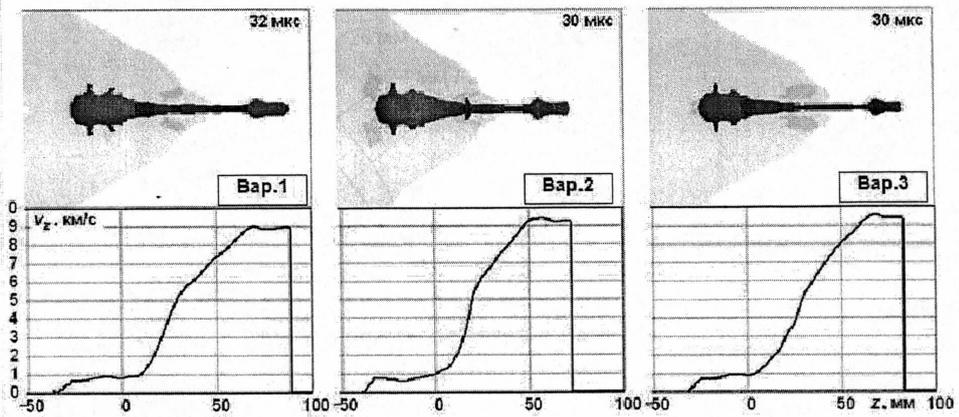


Фиг.3



Фиг.4

Диапазон скоростей 9 – 10 км/с



Фиг.5