



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК

F42B 12/20 (2006.01); F42B 10/32 (2006.01)

(21)(22) Заявка: 2016106476, 24.02.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
24.02.2016

Дата регистрации:
23.04.2018

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 24.02.2016

(43) Дата публикации заявки: 29.08.2017 Бюл. № 25

(45) Опубликовано: 23.04.2018 Бюл. № 12

Адрес для переписки:

440005, г. Пенза-5, ПАИИ, отдел организации
научной работы и Подготовки научно-
педагогических кадров, Устинов Евгений
Михайлович

(72) Автор(ы):

Дерябин Пётр Николаевич (RU),
Грачёв Иван Иванович (RU),
Борисов Николай Николаевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное казенное
военное образовательное учреждение
высшего образования "Военная академия
материально-технического обеспечения
имени генерала армии А.В. Хрулева"
Министерства обороны Российской
Федерации (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: Под общ. ред. ПЛЮЩА А.А.,
Физические основы устройства ракетно-
артиллерийского вооружения. Боеприпасы:
учеб. для вузов. В 3 ч. Ч. 1. Общие принципы
построения и конструкция артиллерийских
боеприпасов, Пенза: ПАИИ, 2015, с. 228-229.
RU 2295695 C2, 20.03.2007. RU 2354917 C1,
10.05.2009. RU 2365861 C1, 27.08.2009. RU
2611272 C2, 21.02.2017. US (см. прод.)

(54) Артиллерийский снаряд с запоясковым конусом

(57) Реферат:

Изобретение относится к боеприпасам, а
именно к осколочно-фугасным снарядам, и может
быть использовано в военном деле. Осколочно-
фугасный снаряд содержит корпус с переходной
втулкой и ведущим пояском, запоясковый конус,
снаряжение в виде разрывного заряда, картонных
прокладок и шашки дополнительного заряда.
Снаряд в окончательное снаряжение приведен

взрывателем. Для исключения донного подсоса
в запоясковом конусе выполнены сквозные
отверстия наклонно к продольной оси корпуса.
Изобретение направлено на повышение
дальности полета снаряда за счет существенного
снижения донного сопротивления без
значительных материальных затрат. 2 з.п. ф-лы,
2 ил.

(56) (продолжение):

3261290 A1, 19.07.1966.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

F42B 12/20 (2006.01); *F42B 10/32* (2006.01)(21)(22) Application: **2016106476, 24.02.2016**(24) Effective date for property rights:
24.02.2016Registration date:
23.04.2018

Priority:

(22) Date of filing: **24.02.2016**(43) Application published: **29.08.2017** Bull. № 25(45) Date of publication: **23.04.2018** Bull. № 12

Mail address:

**440005, g. Penza-5, PAII, otdel organizatsii nauchnoj
raboty i Podgotovki nauchno-pedagogicheskikh
kadrov, Ustinov Evgenij Mikhajlovich**

(72) Inventor(s):

**Deryabin Petr Nikolaevich (RU),
Grachev Ivan Ivanovich (RU),
Borisov Nikolaj Nikolaevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federalnoe gosudarstvennoe kazennoe voennoe
obrazovatelnoe uchrezhdenie vysshego
obrazovaniya "Voennaya akademiya
materialno-tekhnicheskogo obespecheniya imeni
generala armii A.V. Khruleva" Ministerstva
oborony Rossijskoj Federatsii (RU)**(54) **ARTILLERY SHELL WITH CONDENSED CONE**

(57) Abstract:

FIELD: weapons and ammunition.

SUBSTANCE: high-explosive shell contains a body with a transition sleeve and a leading belt, a buckle cone, equipment in the form of a rupture charge, cardboard pads, and additional charge grenades. The shell in the final equipment is a fuse. To exclude bottom

suction in the fallow cone, through holes are made inclined to the longitudinal axis of the body.

EFFECT: increase the range of the projectile's flight due to a significant decrease in bottom resistance without significant material costs.

3 cl, 2 dwg

RU 2 651 662 C2

RU 2 651 662 C2

Изобретение относится к боеприпасам, а именно к осколочно-фугасным снарядам, и может быть использовано в военном деле.

Известен артиллерийский осколочно-фугасный снаряд 3ОФ45М-1 (фиг. 1), содержащий корпус 1 с переходной втулкой 2 и ведущим пояском 3, запоясковый конус 4, снаряжение в виде разрывного заряда 5, картонных прокладок 6 и шашки дополнительного заряда 7. Картонные прокладки 6, размещенные между разрывным 5 и дополнительным 7 зарядами, предназначены для поджатия разрывного заряда. Артиллерийский снаряд укомплектован взрывателем 8 (см. с. 228-229 [1]; с. 22-24, 26-28 [2]).

С развитием артиллерии увеличивались требования к тактико-техническим характеристикам выстрелов и снарядов. Одним из требований, предъявляемых к артиллерии и боеприпасам к ней, было и остается - это увеличение дальности стрельбы, которая расширяет круг задач, решаемых артиллерией, и уменьшает вероятность ее поражения при контрбатарейной стрельбе. Наличие у снаряда 3ОФ45М-1 удлиненного запояскового конуса 4 (см. фиг. 1) уменьшает его донное сопротивление в полете и увеличивает дальность стрельбы. Другим известным артиллерийским осколочно-фугасным снарядом является снаряд 3ОФ61 (см. с. 229-230 [1]; с. 25 [2]). У снаряда 3ОФ61, в отличие от снаряда 3ОФ45М-1, в объеме запояскового конуса расположен пороховой генератор [2]. Наличие порохового газогенератора обеспечивает значительное уменьшение донного сопротивления (исключает донный подсос), что приводит к увеличению дальности полета снаряда. Известно, что при движении снаряда в воздухе вследствие торможения частиц пограничного слоя трением нарушается плавное обтекание поверхности снаряда, возникает отрыв пограничного слоя от поверхности снаряда, сопровождающийся вихреобразованием. Отрыв пограничного слоя происходит обычно в запоясковой части снаряда или за его донным срезом. При этом за донным срезом снаряда образуется область пониженного давления, в которую с поверхности снаряда срываются крупные воздушные вихри, образующие вихревой, так называемый, аэродинамический след за дном снаряда.

Указанные снаряды являются прототипами предлагаемого и имеют следующие основные недостатки:

- у снаряда 3ОФ45М-1 хотя и уменьшается донное сопротивление, но не в достаточной степени;

- у снаряда 3ОФ61 пороховой газогенератор обеспечивает значительное уменьшение донного сопротивления, но он работает определенное время, т.е. не на всей траектории полета и является узлом, усложняющим конструкцию снаряда.

Наиболее близким к заявляемому снаряду является осколочно-фугасный снаряд 3ОФ45М-1.

Предлагается конструктивными изменениями запояскового конуса снаряда решить задачу повышения дальности полета снаряда за счет существенного снижения донного сопротивления без значительных материальных затрат.

Указанная цель достигается тем, что в известном осколочно-фугасном снаряде, содержащем корпус 1 с переходной втулкой 2 и ведущим пояском 3, запоясковый конус 4, снаряжение в виде разрывного заряда 5, картонных прокладок 6 и шашки дополнительного заряда 7, и приведенным в окончательное снаряжение взрывателем 8, в запоясковом конусе выполнены сквозные отверстия наклонно к продольной оси корпуса под углом $\gamma=34^\circ-\alpha$ (фиг. 2). Угол в 34° получен из условия исключения перекрытия площадей входа и выхода наклонного отверстия (определен при $\alpha=0$, как для предельного случая, где α - угол при переходе цилиндрической запоясковой части

в коническую).

Эффективно, если суммарная площадь наклонных отверстий по поперечному сечению превышает площадь поперечного сечения внутренней поверхности за пояскового конуса

5 по нижнему срезу, т.е. количество отверстий $n \geq \frac{d_{\text{вк}}^2}{d_0^2}$ (см. фиг. 2). Диаметр наклонного

отверстия d_0 определяется из условия не перекрытия площадей его входа и выхода в плоскости, проходящей через образующую за пояскового конуса. При этих условиях диаметр отверстия зависит от толщины стенки за пояскового конуса и угла его наклона
10 к продольной оси корпуса снаряда, т.е. $d_0 = h \cos \gamma$, где h - толщина стенки за пояскового конуса.

На фиг. 1 изображен осколочно-фугасный снаряд 3ОФ45М-1; на фиг. 2 - предлагаемый артиллерийский снаряд с за поясковым конусом.

15 Принцип работы заявленного артиллерийского снаряда с за поясковым конусом повышенной дальности стрельбы за счет существенного снижения донного сопротивления воздуха заключается в следующем.

В полете артиллерийский снаряд совершает поступательное и вращательное движение. Центр масс снаряда описывает в пространстве траекторию, снаряд вращается вокруг своей оси, а ось снаряда совершает сложное колебательное движение вокруг касательной
20 к траектории.

На снаряд со стороны воздуха будет действовать сила сопротивления воздуха $R_{\text{в}}$, направленная в сторону, обратную движению. Кроме силы сопротивления воздуха на снаряд будет действовать сила тяжести mg , где m - масса снаряда, а g - ускорение
25 свободного падения.

Уравнение поступательного движения снаряда имеет вид

$$m \frac{dV}{dt} = -R_{\text{в}} - mg \sin \Theta, \quad (1)$$

30 где V - скорость движения снаряда;

t - время;

Θ - угол наклона касательной к траектории.

Силу сопротивления воздуха $R_{\text{в}}$ можно определить по зависимости

$$35 \quad R_{\text{в}} = C_x S_{\text{м}} \frac{\rho V^2}{2}, \quad (2)$$

где C_x - аэродинамический коэффициент продольной силы сопротивления;

$S_{\text{м}}$ - площадь мишени снаряда;

ρ - плотность воздуха.

40 Поскольку плотность воздуха меняется с высотой, а скорость движения снаряда также является переменной величиной, то решить задачу по определению параметров полета снаряда в аналитическом виде не представляется возможным. Поэтому в первом приближении выражение для силы сопротивления воздуха можно получить в общем виде, рассмотрев сущность физических процессов, протекающих при движении снаряда
45 в воздухе.

Известно, что большую часть траектории полета снаряд движется со сверхзвуковой скоростью ($V > a$, $M = \frac{V}{a} > 1$), т.е. впереди снаряда находится узкая зона с резким, но

непрерывным изменением параметров потока воздуха, которую называют скачком уплотнения или ударной волной [3], где a - скорость звука в воздухе; M - число Маха.

На образование ударных волн и их перемещение вместе со снарядом затрачивается кинетическая энергия движения снаряда. Это является причиной возникновения при $M > 1$ волнового сопротивления. Сила волнового сопротивления $R_{\text{волн}}$ по своей природе относится к силам давления. Другие источники сопротивления движению при сверхзвуковой скорости полета снаряда по своей физической сущности остаются такими же, как и при дозвуковой скорости.

Таким образом, при $M > 1$ полное сопротивление движению снаряда в воздухе складывается из трех источников [3]:

- сопротивления трения $R_{\text{тр}}$;
- сопротивления донного подсоса $R_{\text{дн}}$;
- волнового сопротивления $R_{\text{волн}}$.

$$\vec{R} = \vec{R}_{\text{тр}} + \vec{R}_{\text{дн}} + \vec{R}_{\text{волн}} \quad (3)$$

Местные скачки уплотнения могут появляться и при дозвуковой скорости. Это будет при скорости обтекания снаряда, близкой к скорости звука, когда на отдельных участках обтекаемого снаряда значения местных скоростей потока становятся равными или большими местной скорости звука.

Число M набегающего потока, при котором в некоторой точке обтекаемого снаряда значение местной скорости потока становится равным местной скорости звука, называется критическим ($M_{\text{кр}}$).

Явление резкого изменения характера обтекания снаряда при околосзвуковых скоростях (когда $M_{\text{кр}} < M < 1$), связанное с появлением на поверхности снаряда скачков уплотнения, называется волновым кризисом.

Для артиллерийских снарядов и мин $M_{\text{кр}} = 0,75-0,90$. Источники сопротивления движению снаряда в воздухе при околосзвуковых скоростях те же, что и при $M > 1$.

Волновое сопротивление является основным источником сопротивления движению снарядов при околосзвуковых и сверхзвуковых скоростях полета и составляет 50% и более от аэродинамической силы сопротивления воздуха. Основными направлениями уменьшения волнового сопротивления является увеличение относительной длины

головной части, т.е. длины головной части, выраженной в калибрах - $\lambda_r = \frac{l_r}{d}$, и

уменьшение притупления головной части.

Расчет аэродинамического коэффициента сопротивления трения снаряда при $M > 1$ производится по формуле [3]:

$$\text{где } C_f = \begin{cases} \frac{1,328}{\sqrt{R_e}}, & \text{если } R_e < 5 \cdot 10^5 \text{ (ЛПС)}; \\ \frac{0,455}{(\lg R_e)^{2,58}} - \frac{1700}{R_e}, & \text{если } 5 \cdot 10^5 \leq R_e \leq 5 \cdot 10^7 \text{ (СПС)}; \\ \frac{0,455}{(\lg R_e)^{2,58}}, & \text{если } R_e > 5 \cdot 10^7 \text{ (ТПС)}; \end{cases}$$

$S_{\text{тр}}$ - площади трения снаряда о воздух;

$$R_e = \frac{\rho V L}{\mu} \text{ - число Рейнольдса;}$$

L - длина снаряда с взрывателем;

μ - динамический коэффициент вязкости (в частности для воздуха при T=288 K

$$\mu = 1,72 \cdot 10^{-5} \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2});$$

ЛПС - ламинарный пограничный слой;

СПС - смешанный пограничный слой;

ТПС - турбулентный пограничный слой.

Расчет аэродинамического коэффициента донного сопротивления производится по формуле:

$$C_{x_{\text{дн}}} = C_p \frac{S_{\text{дн}}}{S_{\text{м}}}, \quad (5)$$

$$\text{где } C_p = \begin{cases} -0,3; & \text{при } 1 < M < 1,5; \\ -\frac{0,3}{\sqrt{M^2 - 1}}; & \text{при } 1,5 \leq M \leq 4,6; \\ -\frac{2}{kM^2}; & \text{при } M > 4,6; \end{cases}$$

$$k = \frac{C_p}{C_v} \text{ - показатель адиабаты.}$$

Волновое сопротивление $C_{x_{\text{волн}}}$ для головных частей, выполненных по радиусу (оживальных), по параболе, или по степенному закону определяется по зависимости

$$C_{x_{\text{волн}}} = \frac{0,3(1 + 2M)}{\lambda_r^2 \sqrt{M^2 - 1}}. \quad (6)$$

Прежде чем определить величину аэродинамического коэффициента продольной силы сопротивления C_x по рассмотренной методике с небольшой погрешностью можно допустить, что площади трения по внешней поверхности запояскового конуса 4 для штатного (см. фиг. 1) и предлагаемого (см. фиг. 2) снарядов одинаковы по величине.

При движении газового потока (воздуха) вдоль образующей запояскового конуса 4 (см. фиг. 2) через отверстия воздух затекает во внутренний объем конуса и выходит из него через донную часть с давлением примерно равным на его поверхности, исключая тем самым донный подсос, что и дает положительный эффект.

Пример расчета аэродинамического сопротивления при $M > 1$

I. Для снаряда 3ОФ45М-1: $V=500$ м/с; $a=340$ м/с; $M=1,47$; $d=0,152$ м; $d_{\text{дн}}=0,112$ м; $L=0,870$ м (с взрывателем); $l_r=0,428$ м (с взрывателем) - головная часть оживальная; $l_{\text{ц}}=0,296$ м (длина цилиндрической части снаряда); $l_{\text{зк}}=0,146$ м (длина запояскового

конуса); $S_{\text{тр}}=0,253 \text{ м}^2$; $S_{\text{м}}=0,018 \text{ м}^2$; $S_{\text{дн}}=0,00985 \text{ м}^2$; $\rho=0,82 \text{ кг/м}^3$; $\mu = 1,8^{-5} \frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^2}$.

Определяем аэродинамический коэффициент продольной силы сопротивления C_x .

1. Определяем $C_{x_{\text{тр}}}$.

1.1. Рассчитываем число Рейнольдса.

$$R_e = \frac{\rho V L}{\mu} = \frac{0,82 \cdot 500 \cdot 0,87}{1,8 \cdot 10^{-5}} = 1,98 \cdot 10^7 - \text{смешанный пограничный слой.}$$

1.2. Рассчитываем величину C_f .

$$C_f = \frac{0,455}{(\lg R_e)^{2,58}} - \frac{1700}{R_e} = \frac{0,455}{(\lg 1,98 \cdot 10^7)^{2,58}} - \frac{1700}{1,98 \cdot 10^7} = 0,0026.$$

1.3. Рассчитываем аэродинамический коэффициент $C_{x_{\text{тр}}}$.

$$C_{x_{\text{тр}}} = C_f \frac{S_{\text{тр}}}{S_{\text{м}}} = 0,0026 \frac{0,253}{0,018} = 0,037.$$

2. Определяем $C_{x_{\text{дн}}}$ при $M=1,47$ по зависимости (5).

2.1. $C_p = -0,3$.

2.2. Рассчитываем аэродинамический коэффициент донного сопротивления.

$$C_{x_{\text{дн}}} = -C_p \frac{S_{\text{дн}}}{S_{\text{м}}} = 0,3 \frac{0,00985}{0,018} = 0,164.$$

3. Определяем $C_{x_{\text{волн}}}$.

Так как головная часть оживальная, то $\lambda_r = \frac{l_r}{d} = \frac{0,428}{0,152} = 2,816$, и, используя

уравнение (6), получим

$$C_{x_{\text{волн}}} = \frac{0,3(1+2M)}{\lambda_r^2 \sqrt{M^2 - 1}} = \frac{0,3(1+2 \cdot 1,47)}{2,816^2 \sqrt{1,47^2 - 1}} = 0,138.$$

4. Определяем C_x .

$$C_x = C_{x_{\text{тр}}} + C_{x_{\text{дн}}} + C_{x_{\text{волн}}} = 0,037 + 0,164 + 0,138 = 0,339.$$

Из анализа полученного результата следует, что главным источником сопротивления движению снаряда при $M>1$ является донное сопротивление, на долю $C_{x_{\text{дн}}}$ приходится 48%, тогда как волновое сопротивление $C_{x_{\text{волн}}}$ составляет 41%, а сопротивление $C_{x_{\text{тр}}}$ равно 11% от суммарного значения C_x .

II. Для предлагаемого снаряда с запоясковым конусом, имеющим наклонные к продольной оси корпуса отверстия, конструктивные характеристики те же, что и для снаряда 3ОФ45М-1. Учитывая затекание воздуха во внутреннюю полость конуса и выход его через донную часть, чем исключается донный подсос, площадь

$$S_{\text{дн}} = \frac{\pi d_{\text{дн}}^2}{4} = 0, \text{ т.к. } d_{\text{дн}}=0 \text{ (только полный конус исключает донный подсос).}$$

Тогда

$$C_x = C_{x\text{тр}} + C_{x\text{волн}} = 0,037 + 0,138 = 0,175.$$

Таким образом, окончательно можно заключить, что предлагаемая конструкция артиллерийского снаряда позволяет в 1,94 раза уменьшить аэродинамический коэффициент продольной силы сопротивления воздуха, что дает положительный эффект, заключающийся в увеличении дальности стрельбы.

Источники информации

1. Физические основы устройства ракетно-артиллерийского вооружения. Боеприпасы: учеб. для вузов. В 3 ч. Ч. 1. Общие принципы построения и конструкция артиллерийских боеприпасов / И.И. Грачев, А.А. Котосов, А.А. Плющ; под общ. ред. А.А. Плюща. - Пенза: ПАИИ, 2015. - 507 с.

2. Каталог продукции Государственного предприятия «Научно-исследовательский машиностроительный институт «Выстрелы танковых, противотанковых пушек, полевой и морской артиллерии». - 57 с.

3. Быстрицкий Ю.К., Искоркин Д.В., Шавра С.Б. Внешняя баллистика и теория стрельбы комплексов РАВ. Ч. 1. Основы внешней баллистики и аэродинамики снарядов (ракет). Учебное пособие. - Пенза: ПАИИ, 2004. - 195 с.

(57) Формула изобретения

1. Осколочно-фугасный снаряд, содержащий корпус с переходной втулкой и ведущим пояском, запоясковый конус, снаряжение в виде разрывного заряда, картонных прокладок и шашки дополнительного заряда, и приведенный в окончательное снаряжение взрывателем, отличающийся тем, что в запоясковом конусе выполнены сквозные отверстия наклонно к продольной оси корпуса под углом $\gamma = 34^\circ - \alpha$,

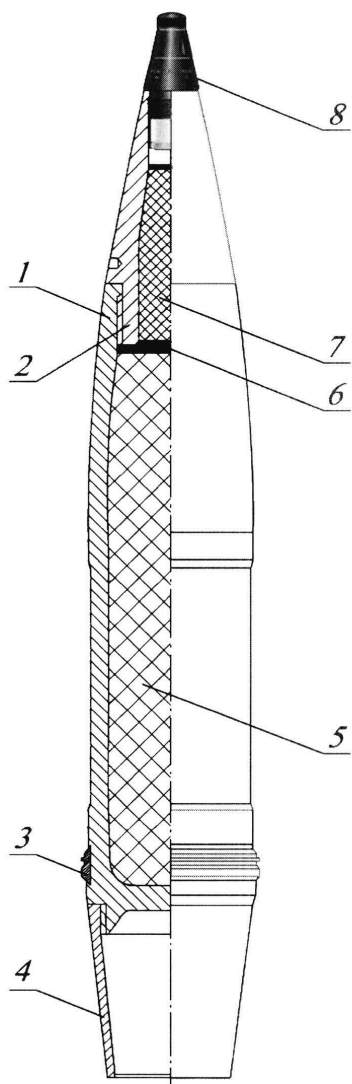
где α - угол при переходе цилиндрической запоясковой части в коническую.

2. Снаряд по п. 1, отличающийся тем, что диаметр сквозных отверстий в запоясковом конусе определяется толщиной стенки запояскового конуса и углом при переходе цилиндрической запоясковой части снаряда в коническую, т.е. $d_0 = h \cos(34 - \alpha)$.

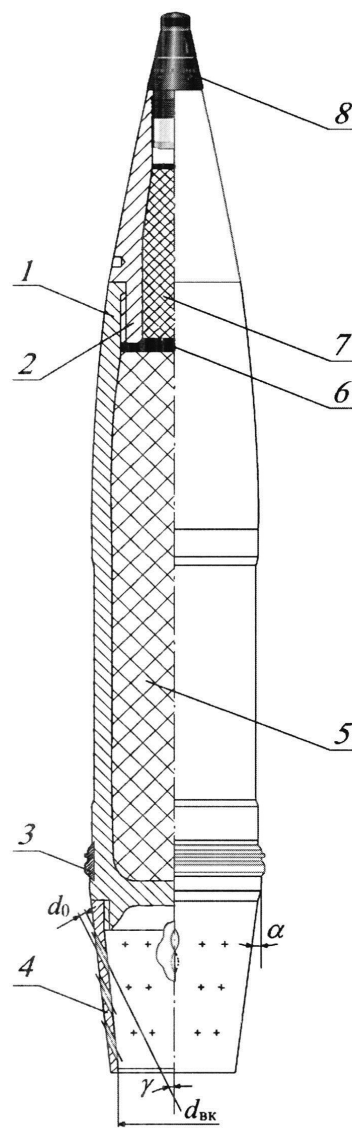
3. Снаряд по п. 1 или 2, отличающийся тем, что суммарная площадь наклонных отверстий по поперечному сечению превышает площадь поперечного сечения внутренней поверхности запояскового конуса по нижнему срезу, т.е. количество отверстий

$$n \geq \frac{d_{\text{вк}}^2}{d_0^2}.$$

Артиллерийский снаряд с запоясковым конусом



Фиг. 1



Фиг. 2