



(51) МПК  
*C22C 38/02* (2006.01)  
*F42B 12/20* (2006.01)  
*F42B 12/74* (2006.01)

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ**

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2007110342/02, 21.03.2007

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
 21.03.2007

(43) Дата публикации заявки: 20.10.2008

(45) Опубликовано: 27.09.2009 Бюл. № 27

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: RU 2228508 C2, 10.05.2004. RU 2153024 C1, 20.07.2000. US 4043808 A, 23.08.1977. RU 2213315 C2, 27.09.2003.

Адрес для переписки:  
 105005, Москва, Госпитальный пер., 10, НИИ  
 СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана, В.А.Одинцову

(72) Автор(ы):

**Одинцов Владимир Алексеевич (RU),  
 Ботвина Людмила Рафаиловна (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Государственное образовательное  
 учреждение высшего профессионального  
 образования "Московский государственный  
 технический университет им. Н.Э. Баумана"  
 (RU)**

## (54) СНАРЯД С КОРПУСОМ ИЗ ВЫСОКООСКОЛОЧНОЙ КРЕМНИСТОЙ СТАЛИ ОДИНЦОВА-БОТВИНОЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к осколочно-фугасным боеприпасам. Снаряд содержит корпус, изготовленный из высокоосколочной кремнистой стали горячей штамповкой с последующей термообработкой, которая содержит 0,7-0,9% углерода и 2% кремния, при этом ее относительное сужение при разрыве составляет не менее 15%, а при

испытании подрывом изготовленных из нее осколочных цилиндров RSFC №12, снаряженных ТНТ и составом А-IX-2, относительная масса средней фракции осколков  $1 < m \leq 4$  г составляет соответственно не менее 0,4 и 0,45, а число осколков с массой более 0,25 г соответственно не менее 1500 и 2000. Повышается эффективность дробления корпуса на осколки. 2 ил., 3 табл.

RU 2 368 691 C2

RU 2 368 691 C2



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.  
*C22C 38/02* (2006.01)  
*F42B 12/20* (2006.01)  
*F42B 12/74* (2006.01)

**(12) ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2007110342/02, 21.03.2007**

(24) Effective date for property rights:  
**21.03.2007**

(43) Application published: **20.10.2008**

(45) Date of publication: **27.09.2009 Bull. 27**

Mail address:

**105005, Moskva, Gospital'nyj per., 10, NII SM  
MGТУ im. N.Eh. Baumana, V.A.Odintsovu**

(72) Inventor(s):

**Odintsov Vladimir Alekseevich (RU),  
Botvina Ljudmila Rafailovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie  
vysshego professional'nogo obrazovanija  
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij  
universitet im. N.Eh. Baumana" (RU)**

**(54) PROJECTILE WITH BODY FROM HIGH-FRAGMENTATION SILICEOUS STEEL OF ODINTSOV-BOTVINA**

(57) Abstract:

FIELD: weapons and ammunition.

SUBSTANCE: projectile comprises body made of high-fragmentation siliceous steel by hot stamping with further heat processing, which comprises 0.7-0.9% of carbon and 2% of silicon, at that its relative narrowing during rupture makes at least 15%, and in process of blast testing of fragmentation cylinders RSFC No.12 made from

it, equipped with TNT and composition A-IX-2, relative mass of average fraction of fragments  $1 < m \leq 4$  g makes accordingly at least 0.4 and 0.45, and number of fragments with mass of more than 0.25 g accordingly at least 1500 and 2000.

EFFECT: higher efficiency of body crushing into fragments.

2 dwg, 3 tbl

Изобретение относится к боеприпасам, а более конкретно к материалу корпусов осколочно-фугасных снарядов.

Основная отечественная снарядная сталь С-60, по химическому составу соответствующая конструкционной стали ст.60, но имеющая расширенные пределы по фосфору и сере, обладает неудовлетворительными осколочными характеристиками. Это объясняется как низкокачественным крупным спектром, так и плохой формой осколков. Из классификационной диаграммы для результатов испытаний стандартных осколочных цилиндров RSFC (Russian Standard Fragmenting Cylinder) №12 по пат. №2025646 РФ следует, что комбинация С-60/ТНТ попадает в область неудовлетворительного дробления (класс IV) («Физика взрыва». Т.2, изд. третье, исправленное./ Под ред. Л.П.Орленко. М.: Физматлит, 2004, стр.151, рис.16.59), а основная штатная комбинация С-60/А-IX-2 (А-IX-2 - алюминизированный гексоген) находится вблизи нижних границ удовлетворительного дробления (класс III). Очень велики относительные массы крупной фракции  $m > 4$  г (для ТНТ и А-IX-2 соответственно 0,59 и 0,47).

Низкокачественная форма осколков выявляется как по данным выборки крупных (основных) осколков (аномально высокое значение удлинения  $\lambda_{max} = 16$  для А-IX-2, соответствующее классу сверхдлинных осколков), так и по характеристикам формы осколков мелкой фракции 1-2 г (параметр формы  $\Phi = 1,96$ , отношение миделей  $\sigma_{mm} = 6,6$ ).

Одними из перспективных высокоосколочных сталей являются кремнистые стали. Они относятся к классу рессорно-пружинных сталей и содержат 2-3% кремния, снижающего пластичность и повышающего хрупкость сталей.

Использование кремнистой стали 60С2 в осколочных боеприпасах защищено патентами №№2079099, 2095740 РФ. В США для производства осколочно-фугасных снарядов используется кремнистая сталь того же состава AISI-9260. Использование этой стали при изготовлении 155-мм ОФ снаряда ERFB позволило обеспечить примерно вдвое большую эффективность, чем у штатного снаряда М107 того же калибра (см. В.А.Одинцов. «Конструкции осколочных боеприпасов». Ч.II. Артиллерийские снаряды. Изд-во МГТУ им. Баумана, 2002, стр.16).

По данным испытаний стандартных осколочных цилиндров кремнистая сталь 60С2 обеспечивает стабильное, хотя и не очень высокое преимущество перед сталью С-60. Обеспечивается прирост числа осколков  $N_{0,25}$  для ТНТ, А-IX-2 и окфола соответственно на 17, 20 и 14%, а относительного содержания фракции ( $1 < m \leq 4$  г) соответственно на 23, 20 и 12%.

Тем не менее обе комбинации: 60С2/ТНТ ( $N_{0,25} = 1039$ ,  $\mu_c = 0,32$ ) и 60С2/А-IX-2 ( $N_{0,25} = 1358$ ,  $\mu_c = 0,42$ ) попадают только в класс III удовлетворительного дробления ( $N_{0,25} \geq 1000$ ,  $\mu_c \geq 0,3$ ), т.е. не являются перспективными для применения во вновь разрабатываемых боеприпасах.

Учитывая, что кремний является недефицитным и недорогим легирующим элементом и, следовательно, кремнистые стали остаются по-прежнему объектом внимания разработчиков осколочных снарядов, настоящее изобретение ставит задачу улучшить осколочные свойства кремнистой стали.

Техническое решение состоит в том, что снаряд содержит корпус, изготовленный из высокоосколочной кремнистой стали горячей штамповкой с последующей термообработкой, которая содержит 0,7-0,9% углерода и 2% кремния, при этом ее относительное сужение при разрыве составляет не менее 15%, а при испытании

подрывом изготовленных из нее осколочных цилиндров RSFC №12, снаряженных ТНТ и составом А-IX-2, относительная масса средней фракции осколков  $1 < m \leq 4$  г составляет соответственно не менее 0,4 и 0,45, а число осколков с массой более 0,25 г соответственно не менее 1500 и 2000.

Выбор содержания углерода, соответствующего эвтектоидному составу, определяется тем, что при этом создается перлитная структура, обеспечивающая отсутствие как перлитной сетки, ухудшающей дробление, так и цементитной сетки, приводящей к дроблению на чрезмерно мелкие осколки (образованию «пыли»).

Изготовление корпусов из предлагаемой стали производится методом горячей штамповки. Рекомендуемые способы термообработки охраняются в режиме «секрет производства» («ноу хау»). (Федеральный закон от 18 декабря 2006 года №230-ФЗ, глава 75). Основным контрольным параметром свойств стали является относительное сужение материала при разрыве, которое должно составлять не менее 15%.

Определение характеристик дробления стали 80С2 производилось путем подрыва стандартных осколочных цилиндров RSFC №12 (фиг.1) в камере с улавливающей средой (опилки). Цилиндры были изготовлены с помощью механической обработки. Объем заряда ВВ 200 см<sup>3</sup>, номинальная масса корпуса 2660 г. Подробное описание методики испытаний приведено в пособии «Моделирование процессов фрагментации с помощью унифицированных цилиндров». В.А.Одинцов. Изд-во МГТУ, 1991.

Испытания проводились для двух видов ВВ - ТНТ (тринитротолуол) и А-IX-2 (алюминизированный гексоген). Результаты испытаний представлены в табл.1 ( $N_{0,25}$  - число осколков с массой, большей 0,25 г;  $\mu_m$  - относительное содержание мелкой фракции ( $m \leq 1$  г,  $m$  - масса осколка),  $\mu_c$  - относительное содержание средней фракции ( $1 < m \leq 4$  г),  $\mu_k$  - относительное содержание крупной фракции ( $m > 4$  г),  $l_{20}$  - средняя длина осколка в выборке 20 наиболее длинных осколков,  $\lambda_{max}$  - максимальное удлинение осколка

$$\lambda = \frac{\sqrt{\gamma_0 l_3}}{m}$$

$\gamma_0$  - плотность стали,  $l$ ,  $m$  - соответственно длина и масса осколка).

Таблица 1						
Сталь 80С2						
ВВ	$N_{0,25}$	$\mu_m$	$\mu_c$	$\mu_k$	$l_{20}$ , мм	$\lambda_{max}$
ТНТ	1610	0,41	0,43	0,16	41	8,3
А-IX-2	2016	0,46	0,47	0,07	38	7,7

Сравнение результатов с данными прототипа 60С2 представлено в табл.2, 3 (здесь  $Q_F = \mu_c N_{0,25}$  - однопараметрический критерий хорошего дробления  $Q_F \geq Q_F^*$ . Согласно вышеуказанному изданию МГТУ  $Q_F^* = 900$ .)

Таблица 2			
Снаряжение ТНТ			
Сталь	$N_{0,25}$	$\mu_c$	$Q_F$
60С2	1039	0,32	332
80С2	1610	0,43	692
Отнош.	1,55	1,34	2,08

Таблица 3	
Снаряжение А-IX-2	

Сталь	$N_{0,25}$	$\mu_c$	$Q_F$
60С2	1358	0,42	570
80С2	2016	0,47	947
Отнош.	1,48	1,12	1,66

5

Положение экспериментальных точек на классификационной диаграмме показано на фиг.2 (обозначения: □ - сталь 60С2, ◇ - сталь 80С2, ■ - ТНТ, ◆ - А-IX-2).

10

Из вышеприведенных данных следует, что технический результат, т.е. улучшение качества дробления, достигнут. По критерию  $Q_F$  предлагаемая сталь превосходит прототип при снаряжении ТНТ и А-IX-2 соответственно в 2,08 и 1,66 раза. При этом комбинация 80С2/ТНТ попадает в класс II (качественное дробление), а комбинация 80С2/А-IX-2 - в класс I (высококачественное дробление). Особо следует отметить, что комбинация 80С2/ТНТ обеспечивает лучшие результаты ( $Q_F=692$ ), чем

15

комбинация 60С2/А-IX-2 ( $Q_F=570$ ). Переход на снаряжение низкочувствительным ТНТ позволил бы решить весьма актуальную задачу повышения безопасности боеприпасов. Здесь уместно отметить, что в настоящее время в США происходит замена 155-мм снарядов М107, снаряженных составом «В» (сплав тротила с гексогеном) и находящихся на вооружении более 40 лет, снарядом М795, изготавливаемым из высокоосколочной стали (состав не указан) и снаряжаемым ТНТ.

20

Предлагаемая сталь является дешевой, не содержит дефицитных легирующих элементов, в том числе марганца, технологична в массовом производстве.

25

Заявленный диапазон содержания углерода позволяет обеспечить использование стали в широком диапазоне условий эксплуатации боеприпасов, в том числе условий нагружения при выстреле (пуске). Для снарядов дальнобойных форсированных орудий целесообразно изготовление корпусов с содержанием углерода на нижней границе диапазона ( $C=0,7\%$ ). Для снарядов орудий невысокой баллистики целесообразно изготовление корпусов с содержанием углерода на верхнем пределе диапазона ( $C=0,9\%$ ). Весьма перспективно использование стали с этим показателем для снарядов штурмовых орудий «Тверь» мобильных сил (пат. №2213315 РФ).

30

35

Широкое применение новая сталь может найти для производства осколочных пластин естественного дробления, применяемых в осколочных боеприпасах направленного действия.

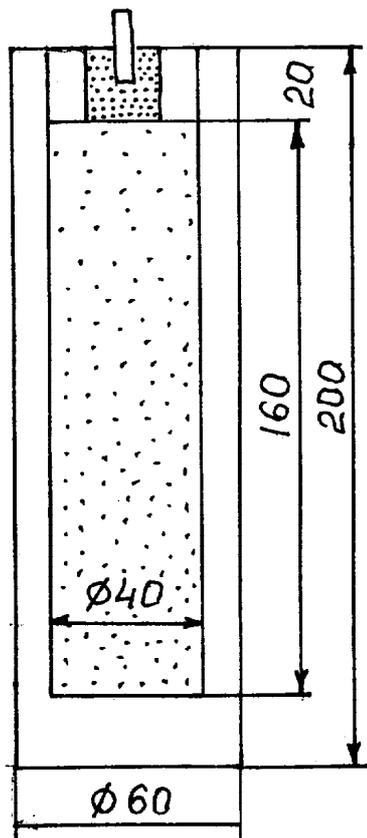
#### Формула изобретения

40

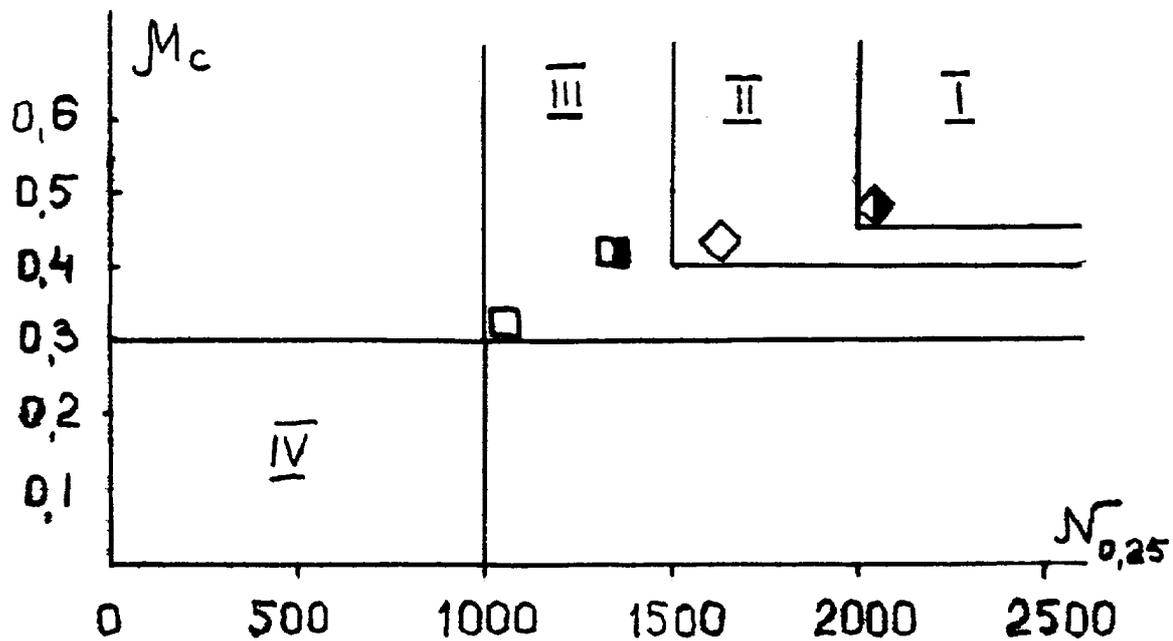
Снаряд, содержащий корпус, изготовленный из высокоосколочной кремнистой стали горячей штамповкой с последующей термообработкой, отличающийся тем, что высокоосколочная кремнистая сталь содержит 0,7-0,9% углерода и 2% кремния, при этом ее относительное сужение при разрыве составляет не менее 15%, а при испытании подрывом изготовленных из нее осколочных цилиндров RSFC №12, снаряженных ТНТ и составом А-IX-2, относительная масса средней фракции осколков  $1 < m \leq 4$  г составляет соответственно не менее 0,4 и 0,45, а число осколков с массой более 0,25 г соответственно не менее 1500 и 2000.

45

50



Фиг. 1



Фиг. 2