



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,  
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2004114626/02, 14.05.2004

(24) Дата начала действия патента: 14.05.2004

(45) Опубликовано: 20.09.2005 Бюл. № 26

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: ЯВОРСКИЙ В. В. "Энергия из "ниоткуда", ж-л "Наука и жизнь", 1998, № 10, с. 78-79. RU 2169334 C2, 20.06.2001. RU 2069837 C1, 27.11.1996. US 5827958 A, 27.11.1998. DE 19717530 A1, 05.11.1998. DE 19538534 A1, 18.04.1996.

Адрес для переписки:

107553, Москва, Б. Черкизовская, 26, корп.1,  
кв.147, М.К. Марахтанову

(72) Автор(ы):

Марахтанов М.К. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

Государственное научное учреждение "Научно-исследовательский институт Энергетического машиностроения Московского государственного Технического университета им. Н.Э. Баумана Министерства образования Российской Федерации" (RU)

## (54) СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ ИЗ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

(57) Реферат:

Изобретение относится к средствам получения энергии из металлических материалов путем воздействия снарядов на мишень. Сущность изобретения заключается в том, что бомбардируют твердую мишень снарядом, обладающим скоростью  $v$  в момент встречи с мишенью, определяемой по формуле:

$$v > \sqrt{\frac{f \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}},$$

где:  $\varepsilon$  - энергия металлической связи материала снаряда, эВ·атом<sup>-1</sup>;  $A$  - атомная масса материала снаряда, атомные единицы массы;  $f$  - коэффициент эффективности удара, удовлетворяющий неравенству  $0,15 < f \leq 2$ . Реализация изобретения позволяет повысить эффективность взрыва твердого металла или металлического сплава снаряда и обеспечить высокое отрицательное ускорение снаряда при его встрече с мишенью. 3 з. п. ф-лы, 1 табл.

RUSSIAN FEDERATION



FEDERAL SERVICE  
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,  
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 260 779** <sup>(13)</sup> **C1**  
(51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 01 L 5/14, F 42 B 12/02**

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2004114626/02, 14.05.2004**

(24) Effective date for property rights: **14.05.2004**

(45) Date of publication: **20.09.2005 Bull. 26**

Mail address:

**107553, Moskva, B. Cherkizovskaja, 26,  
korp.1, kv.147, M.K. Marakhtanovu**

(72) Inventor(s):

**Marakhtanov M.K. (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie  
"Nauchno-issledovatel'skij institut  
Ehnergeticheskogo mashinostroenija  
Moskovskogo gosudarstvennogo Tekhnicheskogo  
universiteta im. N.Eh. Baumana Ministerstva  
obrazovanija Rossijskoj Federatsii" (RU)**

(54) **METHOD FOR PRODUCTION OF ENERGY FROM METALLIC MATERIALS**

(57) Abstract:

FIELD: means for production of energy from metallic materials by influence of shells on target.

SUBSTANCE: a solid target is bombarded by a shell having velocity  $V$  at the instant of impact with the target determined by formula:

$$V > \sqrt{\frac{f \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}},$$
 where  $\varepsilon$ - energy of

the metal bond of the shell material,  $eV^{-1}$ ;  $A$  - atomic mass of shell material, atomic units of mass;  $f$  - impact activity factor satisfying inequality  $0.15 < f \leq 2$ .

EFFECT: enhanced efficiency of burst of solid metal or shell metal alloy, provided a high negative acceleration of the shell at its impact with the target.

4 cl, 1 tbl

RU 2 2 6 0 7 7 9 C 1

RU 2 2 6 0 7 7 9 C 1

Изобретение относится к области производства энергии, в частности выделению энергии при взрыве металлических снарядов, которая выделяется из металла как энергия, эквивалентная энергии связи в металле вследствие искусственного нарушения этой связи. Величина выделившейся энергии не может превышать значения энергии связи согласно

5

закону сохранения энергии. Изобретение предназначено для получения энергии из твердого металла, имеющего в частности форму цилиндра, конуса или призмы, которые в силу своей геометрии могут быть снабжены устройством, резко изменяющим скорость движущегося металла.

10

Изобретение может быть использовано как импульсный источник энергии в устройствах ударного типа, где требуется увеличение эффективности взрыва за счет повышения, например, его фугасных свойств.

15

Известен способ выделения энергии связи из таких металлических материалов, как железо, а также изменения эффективности взрыва при ударе металлического тела о твердую преграду, который демонстрируется нам самой природой (Кринов Е.Л. Гигантские метеориты. - М.: Издательство АН СССР. - 1952. - 95 с). Более половины числа метеоритов, падающих на землю, имеет кристаллическую структуру с металлической связью. Они содержат 89,7% Fe, 9,1% Ni и 0,62% Co. Если скорость железного метеорита при встрече с землей  $v \leq 700$  м·с<sup>-1</sup>, то он сохраняется целым и на месте его удара образуется яма примерно таких же размеров, как размеры контура метеорита. Если

20

скорость метеорита равна  $v = 2000 \div 4000$  м·с<sup>-1</sup>, то при встрече с Землей происходит взрыв металла и выделяется такое количество энергии, что на месте удара образуется огромный кратер. В кратере никогда не находят крупных метеоритных тел, т.к. при взрыве основная масса металла превращается в газ (Большая Советская Энциклопедия. В 51 томе / Гл. ред. Б.А.Введенский. - 2-е изд. - М.: БСЭ, 1954. - Т.27. - 287-291 с; 1956 - Т.43.

25

- 393-394 с). Кинетическая энергия каждого атома железа, составляющего метеорит, равняется перед взрывом

$$\varepsilon_k = \frac{w}{e \cdot N} = \frac{m_p A v^2}{e \cdot 2} = \frac{1,67 \cdot 10^{-27} \cdot A v^2}{1,6 \cdot 10^{-19}} \approx 10^{-8} \frac{56 \cdot (2000 \div 4000)^2}{2} \approx 1,12 - 4,48 \text{ эВ} \cdot \text{атом}^{-1} \quad (1)$$

30

где  $A=56$  а.е.м. - атомная масса железа;  $m_p=1,67 \cdot 10^{-27}$  кг - масса протона;  $e=1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл - заряд электрона;  $N$  - число атомов в снаряде.

35

При ударе железного метеорита (снаряда) о землю (мишень) существуют два типа результатов взрыва. Если скорость относительно невелика,  $v \leq 1000$  м·с<sup>-1</sup>, то ни снаряд, ни мишень не взрываются; малая фугасность взрыва. Если скорость превысит некоторое значение,  $v > 2000$  м·с<sup>-1</sup>, то продукты взрыва и снаряда, и мишени превращаются в пыль, свидетельствуя о высокой фугасности или эффективности взрыва.

40

Известен способ получения энергии из металлических материалов при механическом взрыве металлических снарядов, изготовленных из металла с максимальной атомной массой и минимальной энергией связи, например из вольфрама, железа, урана (Марахтанов М.К., Марахтанов А.М. Металл взрывается. Ж. \Наука и жизнь\, №4, 2002 г., с.16-19). Известен также способ выделения энергии из металлических материалов, при электрическом взрыве твердых металлических пленок, например, из алюминия, меди, никеля, титана, олова и вольфрама (Марахтанов М.К., Марахтанов А.М. Новый источник энергии // Вестник МГТУ. Машиностроение. - 2001. - №3. - С.78-89).

45

Свинец, как материал для боеприпасов, имеет наиболее длительную историю по сравнению с остальными металлами. До тех пор, пока свинец, применяемый для стрелкового оружия, поражал \мягкие\ мишени, за ним не замечалось дополнительных свойств, кроме проникающей способности.

50

Однако при стрельбе свинцовой ружейной пулей по твердой 19-мм алюминиевой плите (вероятно, материалом плиты служил алюминиевый сплав, твердость которого не уступает стали) наблюдались явления, связанные с превращением материи и с выделением энергии в иной форме, чем тепловая. При ударе возникала световая вспышка между свинцовой пулей и мишенью, когда сама мишень не успела еще деформироваться, см. позиции в)-е) на фиг.3.9, взятом из книги:

Динамика удара: Пер. с англ./ Зукас Дж.А., Николае Т., Свифт Х.Ф. и др. - М.: Мир, 1985. - 296 с. (стр.122-123). Известно, что переход металла в свет есть одна из форм превращения материи. На фиг.3.8, взятом из той же книги, видно \выделение энергии при высокой скорости соударения\.

5 Энергия выделяется в виде светящегося облака продуктов взрыва, размеры которого составляют более 1 м в длину и около 0,6 м в диаметре, т.е. в 20-30 раз превосходят длину пули. Скорость ружейной пули вряд ли превышает  $v \leq 500 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ . Кинетическая энергия каждого атома свинца, входившего в состав пули, равнялась

$$10 \quad \varepsilon_k \approx 10^{-8} \cdot \frac{A \cdot v^2}{2} \approx 10^{-8} \frac{207 \cdot 500^2}{2} \approx 0,259 \text{ эВ} \cdot \text{атом}^{-1} \quad (2)$$

где  $A=207$  а.е.м. - атомная масса свинца.

Известно, что при ударе свинцовой ружейной пули о преграду возможны два типа результатов соударения. Если преграда \мягкая\, например биологическая ткань, дерево или кость, то пуля оставляет в ней проникающее отверстие. Если преграда сделана из

15 твердого металла, то происходит превращение материи: свинец превращается в световое излучение. Другим явлением, сопровождающим удар свинца о твердую преграду, является выделение энергии, вызывающее свечение большого объема окружающей среды. Пуля, как обычно, пробивает твердую мишень, но возникшее свечение является дополнительным

20 поражающим фактором, повышающим эффективность действия пули при ударе свинца о твердую мишень.

Современные боеприпасы используют обедненный уран для поражения прочных целей. Данной проблеме посвящены десятки тысяч информационных источников в Интернете.

Во второй мировой войне Германия начала первой использовать уран, заменяя им

25 менее технологичный вольфрам в бронебойных снарядах (см. Пахомов Е., Сабов Д. Урановое бешенство // Ж. Итоги. - №2 (240). - С.29-32). Однако ввиду \малой\ начальной скорости снаряда,  $v \leq 930 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , весьма внимательные и аккуратные немцы не заметили ни пиррофорного, ни какого-либо еще явления, повышающего эффективность уранового снаряда по сравнению с вольфрамовым бронебойным.

30 Вооруженные силы стран НАТО используют как артиллерийские, так и авиационные боеприпасы, сделанные из обедненного урана. По зарубежным данным они впервые были применены в 1991 г. во время операции \Буря в пустыне\, а через 10 лет - в Югославии. По утверждению участников боевых действий подкалиберный снаряд с урановым сердечником, выпущенный из 120-мм пушки танка Абрахаме с начальной

35 скоростью  $v \approx 1700 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  пробивал навывлет один иракский танк Т-72, а затем прожигал броню следующего. Пробив броню, как обычный вольфрамовый бронебойный сердечник, урановый сердечник необычным образом извергает внутрь объекта горящее облако, состоящее из мелких, как пыль, частиц. Диаметр пробитых отверстий не больше, чем от обычных снарядов, т.е. материал брони не превращается в пыль и не влияет на эффект,

40 созданный \пылью\ урана (см. Пахомов Е., Сабов Д., а также Liolios T. E. Assessing the risk from the depleted uranium weapons used in operation allied force // Science and global security. - 1999. - V.8. - P.163-181). Кинетическая энергия каждого атома урана,  $A=238$  а.е.м., входившего в состав снаряда, равнялась

$$45 \quad \varepsilon_k \approx 10^{-8} \cdot \frac{A \cdot v^2}{2} \approx 10^{-8} \frac{238 \cdot 1700^2}{2} \approx 3,439 \text{ эВ} \cdot \text{атом}^{-1} \quad (3)$$

Таким образом, боевой опыт показал, что при ударе уранового снаряда о стальную мишень существуют два типа результатов взрыва. Если начальная скорость снаряда меньше примерно  $v \leq 930 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , то дополнительная энергия не выделяется при ударе и уран ведет себя, как обычный металл высокой плотности, например, как вольфрам. Если

50 начальная скорость снаряда  $v=1700 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  и выше, то уран разлагается в мелкодисперсный порошок, выделяя при этом такую энергию, которая сжигает запреградное пространство и повышает проникающую способность снаряда, позволяя пробивать броню нескольких

танков, чего не в состоянии сделать вольфрамовый снаряд, обладающий теми же плотностью и начальной скоростью, что и урановый. Иными словами, повышение начальной скорости уранового снаряда сверх некоторого предела повышает эффективность его взаимодействия с броней.

5 Наиболее близким по технической сущности к предлагаемому изобретению является способ выделения энергии из металлических материалов при взрыве подкалиберного стального снаряда в результате его удара о твердую мишень и обладающего начальной скоростью  $v=1390 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  (Яворский В.В. Энергия из \ниоткуда\ // \Наука и жизнь\ - 1998.- №10. - С.78-79). При внедрении стального снаряда массой 4,05 кг в стальную

10 плиту толщиной 400 мм тепловая энергия, выделившаяся в плите, превышала кинетическую энергию снаряда в 4,12 раза. Выделение избыточной (примерно на 20%) энергии становилось заметным при минимальной скорости снаряда  $v=1240 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  (см. Яворский В.В...). В этих опытах максимальная кинетическая энергия каждого атома железа, входившего в состав снаряда, равнялась

$$15 \quad \varepsilon_k \approx 10^{-8} \cdot \frac{A \cdot v^2}{2} \approx 10^{-8} \frac{56 \cdot 1390^2}{2} \approx 0,541 \text{ эВ} \cdot \text{атом}^{-1} \quad (4)$$

Минимальная кинетическая энергия равнялась  $\varepsilon_k=0,43 \text{ эВ}\cdot\text{атом}^{-1}$ .

20 Экспериментально показано, что как и в случае урановых снарядов, при ударе стального снаряда о стальную мишень существуют два типа результатов взрыва. Если начальная скорость снаряда меньше примерно  $v \geq 1200 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , то дополнительная энергия не выделяется при ударе. Если начальная скорость снаряда  $v > 1200 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ , то в мишени выделяется энергия, превышающая до нескольких раз кинетическую энергию снаряда перед ударом, что свидетельствует о повышении поражающей способности взрыва, т.е. о

25 повышении его эффективности.

Недостатками известного способа получения энергии из металлических снарядов, вызванного их ударом о твердую преграду-мишень, являются:

- недостаточная скорость снаряда при ударе о мишень (эффект выделения \энергии удара\ возникает после превышения скоростью некоторого порогового значения и растет с

30 повышением этой скорости, что установлено количественно в опытах со стальными снарядами и качественно - на практике с урановыми);

- недостаточное ускорение торможения снаряда (отрицательное ускорение) при его ударе о мишень; например, энергия выделяется при ударе уранового снаряда о твердую броню, но для ее выделения в случае бомбардировки более \мягкого\ бетона взлетно-

35 посадочных полос требуется обычное взрывчатое вещество - детонатор, которое закладывается в авиабомбы и инициирует взрыв металлического урана;

- дальнейшее увеличение скорости известных снарядов, приводящее к желаемому эффекту, обусловлено изменением сложной конструкции артиллерийской установки, а не более простым изменением конструкции самого снаряда; вместе с тем металл снаряда

40 можно заменить его сплавом, который начнет выделять энергию при меньшей скорости снаряда;

- при равенстве указанных скоростей больше энергии выделяется у более массивного снаряда; это ограничивает эффект выделения энергии связи при замене более тяжелых снарядов на малогабаритные или более легкие снаряды, будь они даже урановыми.

45 Задачей предлагаемого изобретения является повышение эффективности взрыва, который происходит при соударении металлического снаряда с твердой преградой-мишенью.

В результате использования предлагаемого изобретения повышается эффективность взрыва твердого металла или металлического сплава, имеющего в частности форму

50 цилиндра или призмы, который в силу своей геометрии может быть снабжен устройством, резко меняющим скорость движущегося металла, появляется возможность изменения начальной скорости снаряда, обеспечивается высокое отрицательное ускорение снаряда при его встрече с мишенью, предотвращается растекание металла или сплава снаряда при

его ударе о твердую мишень.

Вышеуказанный технический результат достигается тем, что в способе получения энергии из металлических материалов, путем взрыва металлического снаряда вследствие его удара о твердую мишень, бомбардируют твердую мишень снарядом из металла со скоростью  $v$  в момент встречи с мишенью, которую определяют из неравенства:

$$v \geq \sqrt{\frac{f \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}}, \quad (5)$$

где:  $\varepsilon$  - энергия металлической связи материала снаряда, эВ-атом<sup>-1</sup>;

$A$  - атомная масса этого материала, атомные единицы массы;

$f$  - коэффициент эффективности удара, удовлетворяющий неравенству

$$2 \geq f \geq 0,15,$$

и устанавливают эту скорость  $v$  больше полученной величины, причем получают дополнительную энергию при бомбардировании снарядом мишени, если задают коэффициент эффективности удара равным  $f=0,15$ , и получают максимальную эффективность удара снаряда о мишень в результате взрыва всего металла при коэффициенте эффективности удара, равном  $f=2$ .

Для вычисления скорости определяют экспериментально коэффициент  $f$  эффективности удара, который затем используется в данном неравенстве. Как показывает опыт, у железных или стальных снарядов этот коэффициент равен  $f=0,19$ ; у свинцовых  $f=0,25$ ; у урановых  $f=0,86$ .

Для изменения начальной скорости  $v$  снаряда его изготавливают из сплава, состав которого наперед задают таким образом, чтобы энергия связи  $\varepsilon$  и средняя атомная масса  $A$  сплава обеспечивали необходимую начальную скорость  $v$  снаряда в момент встречи с мишенью.

Чтобы обеспечить высокое отрицательное ускорение снаряда при его встрече с мишенью, а также для предотвращения растекания металла или сплава снаряда при этой встрече, снаряд размещают внутри металлического корпуса, прочность металла которого превосходит прочность металла снаряда.

В корпусе снаряда закладывают взрывчатое вещество для обеспечения снаряду дополнительного отрицательного ускорения при ударе о мишень.

В предлагаемом способе получения энергии из металлических материалов в результате удара металлического снаряда о твердую преграду-мишень были рассмотрены три металла, которые используют для изготовления снарядов. Свойства этих металлов, а они весьма различны, представлены в Таблице 1.

Металл	Атомная масса $A$ , а.е.м.	Энергия связи $\varepsilon$ , эВ/атом	коэфф. $f$	коэфф. $\alpha$	Минимальная скорость $v$ , м/с
Железо	56	4,29	0,19	1/10,5	1200
Свинец	207	2,04	0,25	1/8	500
Уран	238	5,405	0,86	1/2,3	1400

Из приведенного выше описания, а также из Таблицы 1, видно, что эффективность удара металлического снаряда о твердую мишень приобретает новые качества в том случае, если коэффициент  $f$  эффективности удара, равный отношению удвоенной кинетической энергии каждого атома летящего снаряда к энергии металлической связи материала снаряда, превосходит определенную величину. Эта величина имеет минимальное значение для стального или железного снаряда, которое составляет

$$f \geq 2 \cdot \frac{\varepsilon}{\varepsilon_k} \geq 0,19 \quad (6)$$

где  $\varepsilon$  - энергия металлической связи материала снаряда, эВ-атом<sup>-1</sup>,  $\varepsilon_k$  - кинетическая энергия каждого атома, см. выше.

В Таблицу 1 включены также значения коэффициента  $\alpha$ , величина которого связана с коэффициентом  $f$  как

$$\alpha = \frac{\varepsilon_k}{\varepsilon} = \frac{f}{2} \quad (7)$$

Для стального снаряда  $\alpha \approx 0,095 = 1/10,5$ ; для свинцового -  $\alpha \approx 0,125 = 1/8$ ; для уранового -  $\alpha \approx 0,43 = 1/2,3$ . Физически отношение  $\alpha$  указывает на то, какую часть энергии от величины энергии связи  $\varepsilon$  данного металла следует сообщить каждому атому снаряда, например, в форме кинетической энергии его поступательного движения, чтобы кристаллическая масса снаряда начала превращаться в мелкодисперсионное состояние пыли или пара при ударе о твердую мишень и чтобы эффективность удара снаряда приобрела новые качества.

Если коэффициент  $\alpha$  превысит величины, указанные в Таблице 1, то металл снаряда начнет взрываться благодаря его большой скорости при ударе о мишень. Сравнивая этот взрыв, вызванный \механическим\ воздействием на металл, со взрывом, вызванным действием электрического тока на металл, можно отметить, что в случае электрического воздействия требуется гораздо меньшая энергия, инициирующая подобный взрыв, поскольку в случае электрического воздействия коэффициент  $\alpha \approx 1/66$  для алюминия;  $\alpha \approx 1/171$  для никеля;  $\alpha \approx 1/2133$  для вольфрама (Марахтанов М.К., Марахтанов А.М. Способ выделения энергии связи из электропроводящих материалов // Патент РФ. №2145147 RU, C1, H 02 N 3/00, 11/00. - 27.01.2000, БИ №3; Marakhtanov M.K., Marakhtanov A.M. Electrical explosion of cold thin metal films // Thin Solid Films. -2000. -V.359. - P.127-135).

Для получения новых, дополнительных форм энергии, снаряду задают минимальную начальную скорость (скорость встречи снаряда с мишенью), которая определяется уравнением

$$v_{\min} = \sqrt{\frac{0,15 \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}}, \quad (8)$$

где  $f=0,15$  - минимальное значение коэффициента эффективности удара. Эта величина уменьшена на 20% по сравнению со значением  $f_{\min}=0,19$ , которое было получено в опытах со стальными снарядами, когда при ударе о стальную мишень снаряд начинал выделять дополнительную энергию (см. Яворский В.В. Энергия из \ниоткуда\). В этом случае мишень дополнительно разогревается, модуль упругости ее металла уменьшается и снаряд легче проникает сквозь мишень. Эффективность взаимодействия снаряда и мишени увеличивается за счет повышения способности снаряда к пробитию брони. По мере увеличения отношения  $f$ , сначала небольшая, а потом все возрастающая доля массы снаряда превращается в пыль, количество энергии, выделяемой разрушенным металлом снаряда возрастает, прожигая мишень, и снаряду становится все легче проходить сквозь последнюю, \прожигая\ ее металл. Увеличивается бронепробитие снаряда. Однако при этом масса снаряда уменьшается, а вместе с нею уменьшается и кинетическая энергия оставшейся части металла; способность снаряда к бронепробитию сокращается. Наконец, когда коэффициент эффективности удара становится равным двум,  $f=2$ , практически вся масса снаряда превращается в прожигающую пыль, фугасное действие снаряда становится максимальным, но способность остатков монолитной массы снаряда к бронепробитию стремится к нулю.

Таким образом, изменяя величину коэффициента эффективности удара в пределах

$$2 \geq f \geq 0,15 \quad (9)$$

можно изменять эффективность и качество воздействия снаряда на мишень в диапазоне от бронебойного воздействия, которое определяется лишь кинетической энергией снаряда, через повышенное бронепробитие благодаря суммарному воздействию тепловой энергии продуктов распада металла снаряда и кинетической энергии монолитного остатка его металла, до полного фугасного воздействия, когда вся масса металла снаряда превращается в прожигающую пыль, расширяющуюся в своем объеме. В последнем случае появляется дополнительный эффект взаимодействия снаряда и мишени, а именно интенсивное световое и электромагнитное излучения продуктов распада металла снаряда.

Таким образом, эффективность воздействия снаряда на твердую мишень увеличивается благодаря тому, что либо часть массы снаряда, либо снаряд целиком превращаются в высокотемпературное мелкодисперсное состояние в результате удара.

Известно (Марахтанов М.К., Марахтанов А.М. Новый источник энергии // Вестник МГТУ. 5 Машиностроение. - 2001. - №3. - С.78-89), что в результате электрического взрыва металла может выделяться энергия, примерно равная энергии металлической связи  $\varepsilon$  (но, разумеется, меньше, чем  $\varepsilon$ ):

$$E \approx \varepsilon \cdot (1 - \alpha) \approx \varepsilon \cdot \left[ 1 - \left( \frac{1}{60} - \frac{1}{2133} \right) \right] \leq (\approx \varepsilon) \quad (11)$$

10 Удельная энергии связи, которая содержится в одном кг металла, равна

$$P = \frac{\varepsilon \cdot e}{A \cdot m_p} \approx 10^8 \frac{\varepsilon}{A} \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1} \quad (12)$$

15 Для железа это составляет  $P_{Fe} = 7,66 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ; для свинца -  $P_{Pb} = 0,98 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ; для урана -  $P_U = 2,27 \cdot 10^6 \text{ Дж} \cdot \text{кг}^{-1}$ . В качестве сравнения можно указать, что энергия взрыва нитроглицерина  $P \approx 6 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ ; тротила  $P \approx 4 \cdot 10^6 \text{ Дж/кг}$ . Как видно из данного сравнения, металл и обычные взрывчатые вещества обладают примерно одинаковой удельной энергией, способной произвести взрыв (Большая Советская Энциклопедия. В 51 томе / Гл. 20 ред. Б.А.Введенский. - 2-е изд. - М.: Бол. Сов. Энциклопедия, 1951. - Т.7. -636-640 с.).

Условие, записанное в виде формулы (5), позволяет управлять моментом наступления перехода металла в пылевидную форму или моментом начала процессов, увеличивающих эффективность воздействия снаряда на мишень. Этот момент зависит от нескольких факторов. Допустим, например, что артиллерийская система позволяет получить скорость 25 снаряда, равную  $v = 1000 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ . Допустим далее, что снаряд выполнен из стали, у которой энергия связи  $\varepsilon = 4,29 \text{ эВ/атом}$ , атомная масса  $A = 56 \text{ а.е.м.}$  Известно, что коэффициент эффективности удара для стали равен  $f = 0,19$ . Для того, чтобы ответить на вопрос, будет ли выделена дополнительная энергия, превышающая кинетическую энергию снаряда, в результате его удара о мишень, подставим значения  $\varepsilon$ ,  $A$  и  $f$  в неравенство (5) 30 и определим скорость

$$v_1 = \sqrt{\frac{f \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}} = \sqrt{\frac{0,19 \cdot 10^8 \cdot 4,29}{56}} \approx 1200 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}.$$

35 Ответ: нет, дополнительная энергия выделяться в мишени не будет, так как необходимая для этого скорость  $v_1$  получилась больше, чем скорость снаряда, которую может обеспечить артиллерийская система,  $v_1 > v$ .

Для того, чтобы выделение энергии началось при ударе данного снаряда о мишень, необходимо заменить материал снаряда таким сплавом железа, для которого отношение  $\varepsilon$  к  $A$  было бы равно

$$40 \frac{\varepsilon}{A} = \left( \frac{v}{v_1} \right)^2 = \left( \frac{1000}{1200} \right)^2 \approx 0,7.$$

Снаряду следует обеспечить скорость  $v = v_1 \approx 1200 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

45 Скорость снаряда  $v_{\min}$ , найденная по формуле (8), является теоретическим пределом. На практике она будет больше, так как вероятность разрушения металла снаряда, доля его разрушенной массы от общей массы снаряда и т.д. зависят от многих причин, например от конструкции самого снаряда, от наличия крепкого корпуса снаряда, от параметров мишени и др.

50 **Формула изобретения**

1. Способ получения энергии из металлических материалов, включающий взрыв металлического снаряда при ударе о твердую мишень, отличающийся тем, что бомбардируют твердую мишень металлическим снарядом, скорость  $v$  которого в момент

встречи с мишенью определяют по формуле

$$v > \sqrt{\frac{f \cdot 10^8 \cdot \varepsilon}{A}},$$

- 5 где  $\varepsilon$  - энергия металлической связи материала снаряда, эВ·атом<sup>-1</sup>;  
 А - атомная масса материала снаряда, атомные единицы массы;  
 f - коэффициент эффективности удара, удовлетворяющий неравенству  
 0,15 < f ≤ 2.

10 2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что снаряд выполняют из сплава, энергия металлической связи  $\varepsilon$  и средняя атомная масса А состава которого выбраны для обеспечения скорости v.

3. Способ по п. 1 или 2, отличающийся тем, что снаряд размещают внутри металлического корпуса, прочность которого превосходит прочность металла снаряда.

15 4. Способ по п. 3, отличающийся тем, что в корпус снаряда закладывают взрывчатое вещество для обеспечения снаряду дополнительного отрицательного ускорения при ударе о мишень.

20

25

30

35

40

45

50