



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

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21), (22) Заявка: **2007105543/02**, **14.02.2007**(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
14.02.2007(43) Дата публикации заявки: **20.08.2008**(45) Опубликовано: **10.08.2009** Бюл. № 22(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2082943 C1, 27.06.1997. RU 2095739
C1, 10.11.1997. US 3804683 A, 16.04.1974. RU
2025646 C1, 20.12.1994. US 3880081 A,
29.04.1975. FR 2730558 A1, 14.08.1996.**Адрес для переписки:
**105005, Москва, Госпитальный пер.,10,
МГТУ им. Н.Э. Баумана**

(72) Автор(ы):

**Одинцов Владимир Алексеевич (RU),
Челышев Владимир Алексеевич (RU),
Милехин Юрий Михайлович (RU),
Меркулов Владислав Михайлович (RU),
Зайчиков Юрий Евгеньевич (RU),
Осавчук Александр Николаевич (RU),
Куликов Виктор Николаевич (RU),
Имховик Николай Александрович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

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

**(54) ОСКОЛОЧНО-ФУГАСНЫЙ БОЕПРИПАС С АДАПТИВНЫМ ЗАРЯДОМ СМЕСЕВОГО
ТВЕРДОГО ТОПЛИВА**

(57) Реферат:

Осколочно-фугасный боеприпас содержит осколочную оболочку естественного дробления, заряд взрывчатого вещества и взрыватель. В качестве взрывчатого вещества использовано смесевое твердое топливо при следующем содержании компонентов (мас.%): нитроглицерин - 10-15, октоген - 45-65, перхлорат аммония - 10-15, алюминий - 10-20, баллистические и технологические добавки - остальное. Причем взрывчатое вещество заряда при испытании подрывом снаряженного им стандартного осколочного

цилиндра №12, изготовленного из стали С-60, обеспечивает получение относительной массы средней фракции осколков $1 < m \leq 4$ г не менее 0,40, а число осколков с массой более 0,25 г - не менее 1450. Заряд взрывчатого вещества может быть выполнен с плотностью в пределах 1,70-2,00 г/см³, удельным импульсом 2300-2600 м/с и иметь предел прочности не менее 4,5 МПа. Изобретение направлено на повышение эффективности действия осколочно-фугасного боеприпаса. 1 з.п. ф-лы, 3 табл., 8 ил.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21), (22) Application: **2007105543/02, 14.02.2007**(24) Effective date for property rights:
14.02.2007(43) Application published: **20.08.2008**(45) Date of publication: **10.08.2009 Bull. 22**

Mail address:

**105005, Moskva, Gospital'nyj per.,10, MGTU im.
N.Eh. Baumana**

(72) Inventor(s):

**Odintsov Vladimir Alekseevich (RU),
Chelyshev Vladimir Alekseevich (RU),
Milekhin Jurij Mikhajlovich (RU),
Merkulov Vladislav Mikhajlovich (RU),
Zajchikov Jurij Evgen'evich (RU),
Osavchuk Aleksandr Nikolaevich (RU),
Kulikov Viktor Nikolaevich (RU),
Imkhovik Nikolaj Aleksandrovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Moskovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet imeni N.Eh.Baumana" (GOU VPO
"MGTU im. N.Eh.Baumana") (RU)****(54) SPLITTER-EXPLOSIVE PROJECTILE WITH ADAPTIVE MIXED SOLID PROPELLANT CHARGE**

(57) Abstract:

FIELD: weapons.

SUBSTANCE: proposed splitter-explosive shell comprises natural-fragmentation shell, explosive charge and fuse. Mixed solid propellant makes the explosive charge with the following percentage ration of components, % by weight, i.e. explosive oil - 10-15, octogene - 45-65, aluminium perchlorate - 10-15, aluminium - 10-20, ballistic and technological additives make the rest. Note here that charge explosive, when blasted inside standard

fragmentation cylinder No. 12 made from steel C-60, produces relative weight of fragment mean fraction $1 < m \leq 4$ g making no less than 0.40, the number of fragments with weight over 0.25 g being equal to at least, 1450. Explosive charge can features density varying from 1.70 to 2.00 g/cm³, specific pulse of 2300 to 2600 m/s and ultimate strength of, at least, 4.5 MPa.

EFFECT: higher splitter-explosive effect.
2 cl, 3 tbl, 8 dwg

Изобретение относится к осколочно-фугасным боеприпасам с адаптивным зарядом взрывчатого вещества, т.е. зарядом, который в зависимости от условий применения может выполнять функции либо разгонного, либо разрывного (бризантного) заряда.

В патентах №№2082943, 2095739, 2108537, 2282821 РФ рассмотрен ряд конструкций боеприпасов с адаптивным зарядом, выполненным из детонационноспособного твердого топлива. В качестве прототипа может быть принят снаряд по патенту №2082943. Состав и характеристики топлива в патентах не раскрыты и не отражена возможность обеспечения достаточного бризантного, компрессионного и фугасного действия составов.

В настоящем изобретении указанные недостатки устранены. Техническим результатом заявленного изобретения является повышение эффективности действия осколочно-фугасного боеприпаса при его удешевлении. Технический результат достигается в осколочно-фугасном боеприпасе, содержащем осколочную оболочку естественного дробления, заряд взрывчатого вещества и взрыватель. В качестве взрывчатого вещества использовано смесевое твердое топливо при следующем содержании компонентов (мас. %):

нитроглицерин	10-15
октоген	45-65
перхлорат аммония	10-15
алюминий	10-20
баллистические и технологические добавки	остальное,

причем взрывчатое вещество заряда при испытании подрывом снаряженного им стандартного осколочного цилиндра №12, изготовленного из стали С-60, обеспечивает получение относительной массы средней фракции осколков $1 < m \leq 4$ г не менее 0,40, а число осколков с массой более 0,25 г - не менее 1450.

Чертежи:

- фиг.1 - стандартный осколочный цилиндр RSFC №12;
- фиг.2 - схема эксперимента;
- фиг.3 - зависимость числа осколков фракции 0,25-0,5 г и удлинения от содержания алюминия;
- фиг.4 - треугольная фракционная диаграмма;
- фиг.5 - классификационная диаграмма качества дробления;
- фиг.6, 7 - примеры конструкций осколочно-фугасного снаряда с адаптивным зарядом;
- фиг.8 - порядок расчета вероятности поражения цели, как функции состава твердого топлива.

Предлагаемое детонационноспособное твердое топливо относится к известному классу тройных составов, содержащих бризантное взрывчатое вещество, окислитель и горючее. В качестве бризантного ВВ используется смесь нитроглицерина с октогеном, в качестве мощного окислителя - перхлорат аммония NH_4ClO_4 , в качестве горючего - алюминиевый порошок (пудра). Составы имеют широкую сырьевую базу, высокую относительную плотность, низкую чувствительность. В производстве более безопасны, чем штатные ВВ. Плотность зарядов находится в пределах 1,7-2,0 г/см³, удельный импульс в диапазоне 2300-2600 м/с, предел прочности не ниже 4,5 МПа.

Как известно, составы с алюминием обладают повышенным компрессионным и фугасным действием. Под компрессионным понимается действие воздушной ударной волны, под фугасным - действие взрыва в грунте. Для алюминийсодержащих составов

компрессионное действие значительно усиливается за счет сгорания алюминиевой пудры в кислороде окружающего воздуха. В то же время известно, что добавка алюминия снижает бризантное (дробящее) действие состава. Это приводит, в частности, к значительному отклонению от линейной зависимости $N_{0,25}=f(\rho_0 D^2)$ ($N_{0,25}$ - число осколков цилиндра №12 с массой, большей 0,25 г, ρ_0 - плотность ВВ, D - скорость детонации) (В.А.Одинцов «Моделирование процессов фрагментации с помощью унифицированных цилиндров», Изд. МГТУ, 1991, стр.39, рис.30).

Таким образом, задача состоит в определении содержания компонент, в первую очередь алюминия, обеспечивающего достаточное бризантное (осколочное) действие.

Определение дробящего действия составов производилось с помощью подрывов в Российских стандартных осколочных цилиндрах RSFC (Russian Standard Fragmenting Cylinder) №12 (фиг.1), изготовленных из снарядной стали С-60. Подробное описание методики испытаний приведено в вышеуказанном пособии В.А.Одинцова. В качестве улавливающей среды использовалась вода (фиг.2). Содержание алюминия в составах составляло 0,10 и 20%.

Исходные данные, результаты термодинамических расчетов представлены в табл.1 (ρ_0 - плотность состава, D - экспериментальная скорость детонации, D_{id} - расчетная скорость детонации, P_{C-J} , T_{C-J} - расчетное давление и температура Чепмена - Жуге, Q_{pT} - тепловой эффект реакции, $I_{уд}$ - удельный импульс). Метод расчета изложен в статье Н.А.Имховика «Параметры и особенности режимов детонации металлизированных взрывчатых веществ», Оборонная техника, 2004, №1-2, стр.8.

Содержание алюминия, %	Масса корпуса, г	Масса заряда, г	ρ_0 , г/см ³	D, м/с	Термодинамический расчет				
					D_{id} , м/с	P_{C-J} , ГПа	T_{C-J} , К	Q_{pT} , МДж/кг	$I_{уд}$, м/с
0	2600	344	1,72	7900	8300	28,60	3390	5,77	2505
10	2580	359	1,78	8000	8180	28,14	4230	7,03	2581
20	2600	394	1,97	8150	8320	29,19	5150	8,35	2595

В табл.2 приведены значения чисел осколков $N_{0,25}$, $N_{0,5}$ и $N_{1,0}$ соответственно с массой более 0,25; 0,5 и 1,0 г, относительное содержание фракций - мелкой μ_m ($m \leq 1$ г), средней μ_c ($1 < m \leq 4$ г) и крупной μ_k ($m > 4$ г) (недобор отнесен в первую группу) и данные по выборке 20 наиболее длинных осколков (l_{20} - средняя длина, m_{20} - средняя масса, λ_{20} - среднее удлинение), а также значение $Q_F = N_{0,25} \cdot \mu_c$. Причем относительная масса фракции определяется как масса фракции, отнесенная к массе корпуса стандартного осколочного цилиндра №12.

Собранная масса составляла соответственно 2346 г (90,04%), 2383 г (92,36%), 2317 г (89,12%).

Содержание алюминия, %	$N_{0,25}$	$N_{0,5}$	$N_{1,0}$	μ_m	μ_c	μ_k	l_{20} , мм	m_{20} , г	λ_{20}	Q_F
0	1635	1156	667	0,363	0,434	0,203	47,65	5,16	12,8	710
10	1451	1060	650	0,299	0,414	0,287	45,8	6,73	10,6	601
20	1524	1160	707	0,329	0,447	0,224	47,4	7,7	10,4	681

В табл.3 приведено для всех трех составов распределение чисел осколков N_i и их суммарных масс M_i по массовым группам.

Таблица 3

Содержание алюминия, %		0,25-0,5	0,5-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10	Более 10
0	N_i	479	489	352	148	76	45	25	14	3	4
	M_i , г	175	345	504	363	262	199	142	92	26	70
10	N_i	391	410	317	145	70	41	29	25	16	7
	M_i , г	142	286	464	362	242	187	161	173	138	81
20	N_i	364	453	391	146	77	36	22	17	10	8
	M_i , г	125	300	542	351	268	158	121	123	89	92

Как известно, увеличение содержания алюминия, однозначно повышая теплоту реакции Q_{pT} (см. табл.1) и соответственно фугасное действие взрыва заряда ВВ, оказывает сложное многоплановое влияние на дробление оболочек. По такому показателю как число осколков $N_{0,25-0,5}$ самой мелкой фракции, формирующейся в основном в контактной со взрывчатым веществом зоне корпуса, с увеличением содержания алюминия число $N_{0,25-0,5}$ уменьшается. Аналогичный процесс имеет место и для удлинения λ_{20} (фиг.3). Для всех трех составов среднее значение λ значительно меньше порогового значения для сверхдлинных осколков $\lambda > 15$, наличие которых указывает на развитое «саблеобразование», являющееся главным препятствием на пути получения качественных осколочных спектров.

Треугольная фракционная диаграмма представлена на фиг.4. Все три состава обеспечивают получение высокого содержания средней фракции, являющейся наиболее продуктивной частью осколочной массы. Расположение составов на классификационной диаграмме качества дробления стандартного цилиндра №12 показано на фиг.5. Класс 1 (высококачественное дробление) соответствует условиям $N_{0,25} \geq 2000$, $\mu_c \geq 0,45$, класс 2 (качественное дробление) - условиям $N_{0,25} \geq 1500$, $\mu_c \geq 0,4$, класс 3 (удовлетворительное дробление) - условиям $N_{0,25} \geq 1000$, $\mu_c \geq 0,3$, класс 4 (низкокачественное дробление) - условиям $N_{0,25} \geq 1000$, $\mu_c \geq 0,3$ ("Физика взрыва", Монография под ред Л.П.Орленко. В 2-х томах, т.2, стр.150-151, рис.16.59). Для сравнения на диаграммах приведены также точки для состава А-IX-2 и окфола по данным этого же источника.

Принятые обозначения:



- предлагаемый состав с содержанием алюминия 0%, 10%, 20%;



- состав А-IX-2;



- окфол.

Из вышеприведенных данных следует, что предлагаемый состав смесового топлива

одновременно является полноценным бризантным ВВ, превосходящим по характеристикам осколочности штатные отечественные ВВ, в том числе и наиболее мощные из них - окфол.

5 Примеры исполнения осколочно-фугасных снарядов с адаптивным зарядом твердого топлива представлены на фиг.6, 7. Прототипом является активно-реактивный артиллерийских снаряд, содержащий осколочно-фугасную боевую часть и реактивный двигатель твердого топлива. На фиг.6 представлен снаряд с задним расположением реактивного двигателя. Снаряд содержит корпус 1, заряд 10 детонационноспособного твердого топлива 2, заряд бризантного ВВ 3, головной взрыватель 4, устройство включения/выключения реактивного двигателя 5, передаточный заряд 6. При стрельбе на большие дальности ручная или дистанционная установка устройства 5 обеспечивает воспламенение заряда 2 и сообщение снаряду дополнительной скорости. При стрельбе на небольшие дальности реактивный 15 двигатель не включается. При подрыве у цели разрывного заряда 6 передается на заряд 2, что обеспечивает повышенное действие снаряда.

На фиг.7 представлен снаряд с передним расположением заряда твердого топлива. В данной конструкции взрыватель 7 располагается в донной части снаряда. Истечение 20 продуктов сгорания топлива происходит через сопла 8.

Предлагаемый состав может быть использован только для снаряжения реактивного двигателя (при этом боевая часть снаряжается обычным ВВ, например А-IX-2), либо для снаряжения обеих частей снаряда. В последнем случае сокращается номенклатура составов, применяемых при изготовлении снарядов, и упрощается (унифицируется) 25 технология снаряжения БП.

Технический результат, обеспечиваемый заявленным изобретением, состоит в выборе оптимального состава смеси, обеспечивающего наибольшую эффективность действия снаряда. Оптимальный состав находится расчетом для снаряда по фиг.6, 7 30 при фиксированной массе снаряда и снаряжении боевой части и реактивного двигателя одним и тем же составом детонационноспособного СТТ. Изменение содержания 4-х компонент приводит, с одной стороны, к изменению разгонных (тяговых) характеристик СТТ, определяемых, в первую очередь, величиной удельного импульса $I_{уд}$, а с другой - к изменению бризантных характеристик СТТ, 35 определяемых, в первую очередь, величиной скорости детонации D и детонационного давления P_{C-J} (давления Чепмена - Жуге). Увеличение удельного импульса приводит к уменьшению массы двигателя и, следовательно, к увеличению массы боевой части и ее заряда C .

40 Определение диапазонов содержания компонент производилась расчетом по схеме, представленной на фиг.8. Расчет проводился для снарядов, показанных на фиг.6, 7 со снаряжением обеих частей снаряда одним и тем же детонационноспособным СТТ. В качестве критерия: оценки функциональных возможностей снаряда принята вероятность поражения цели W , определяемая как

$$45 \quad W=f(C, N_{0,25}, \mu_c, V_0),$$

где $N_{0,25}$ - число осколков массой более 0,25 г; μ_c - относительное содержание средней фракции (данные для цилиндра №12), причем $N_{0,25} \cdot \mu_c \equiv Q_F$; V_0 - скорость 50 разлета осколков;

или, возвращаясь к первичным аргументам

$$W=f(\mu_1, \mu_2, \mu_3, \mu_4),$$

где μ_1, μ_2, \dots - относительное содержание компонент.

Поведение целевой функции W в районе максимума имеет достаточно пологий вид. Диапазон изменения содержания компонент выбирается таким образом, чтобы относительное снижение вероятности поражения по отношению к максимальному значению W не превышало некоторой предельной величины. Эта величина определяется по статистическим нормам, принятым в теории вооружений с учетом рассеивания условий боевого применения, и для наземных вооружений находится в пределах $0,1 \dots 0,2$. Для данного расчета принято значение $0,1$.

Расчеты для характеристик брзантности (дробящего действия) проводились с использованием зависимостей, приведенных в монографии «Физика взрыва», под ред. Л.П.Орленко, ФИЗМАТЛИТ, 2004, т.2, гл.16, а для тяговых характеристик - по приближенным соотношениям теории твердых топлив (см., например, рис.2.6, стр.74 вышеуказанной монографии под ред. Е.Б.Волкова).

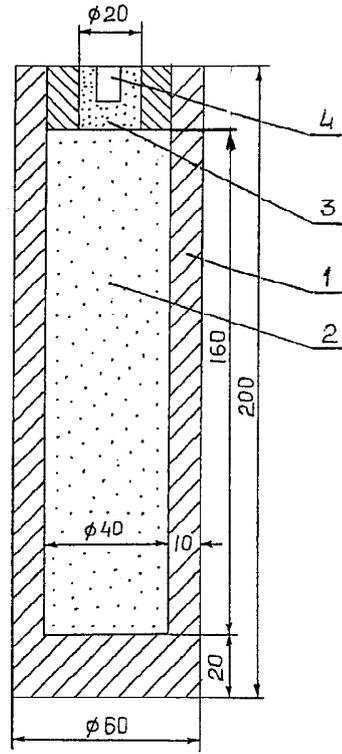
Формула изобретения

1. Осколочно-фугасный боеприпас, содержащий осколочную оболочку естественного дробления, заряд взрывчатого вещества и взрыватель, отличающийся тем, что в качестве взрывчатого вещества использовано смесевое твердое топливо при следующем содержании компонентов, мас. %:

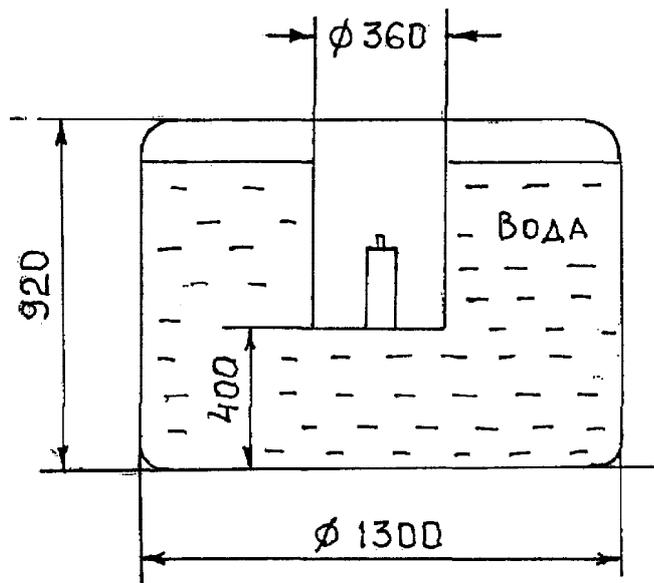
нитроглицерин	10-15
октоген	45-65
перхлорат аммония	10-15
алюминий	10-20
баллистические и технологические добавки	остальное

причем взрывчатое вещество заряда при испытании подрывом снаряженного им стандартного осколочного цилиндра №12, изготовленного из стали С-60, обеспечивает получение относительной массы средней фракции осколков $1 < m < 4 \leq g$ не менее $0,40$, а число осколков с массой более $0,25$ г - не менее 1450 .

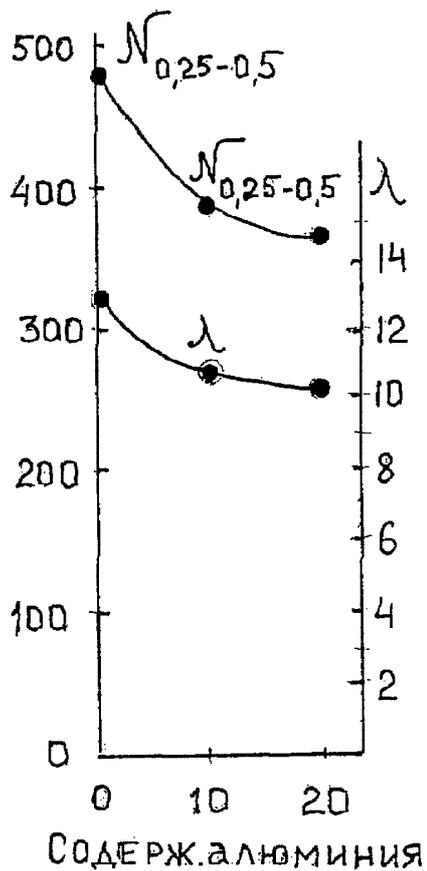
2. Боеприпас по п.1, отличающийся тем, что заряд взрывчатого вещества выполнен с плотностью в пределах $1,70-2,00$ г/см³, удельным импульсом $2300-2600$ м/с и имеет предел прочности не менее $4,5$ МПа.



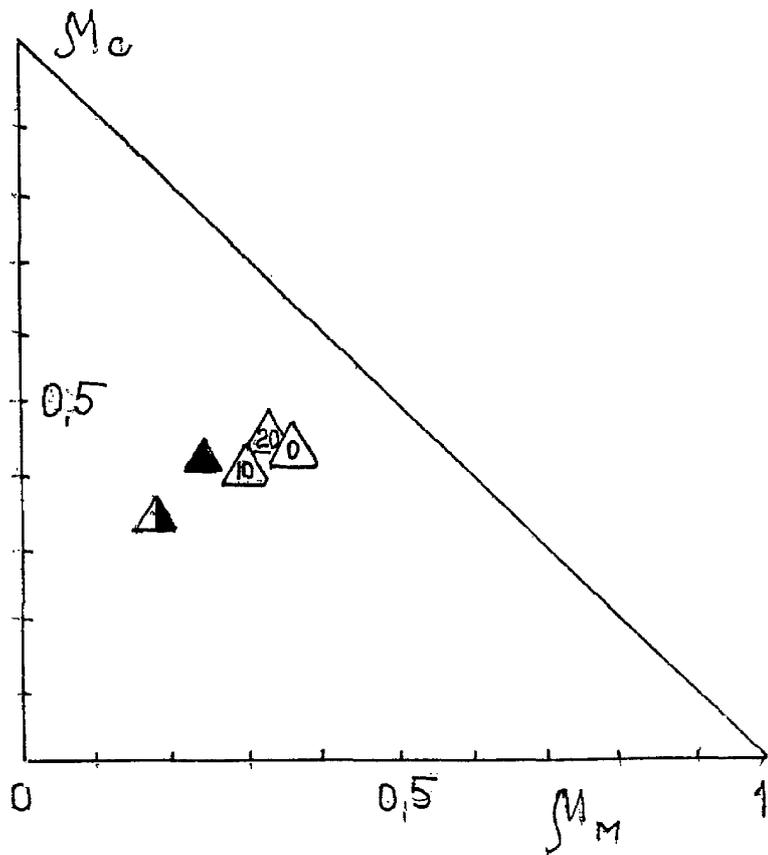
Фиг. 1



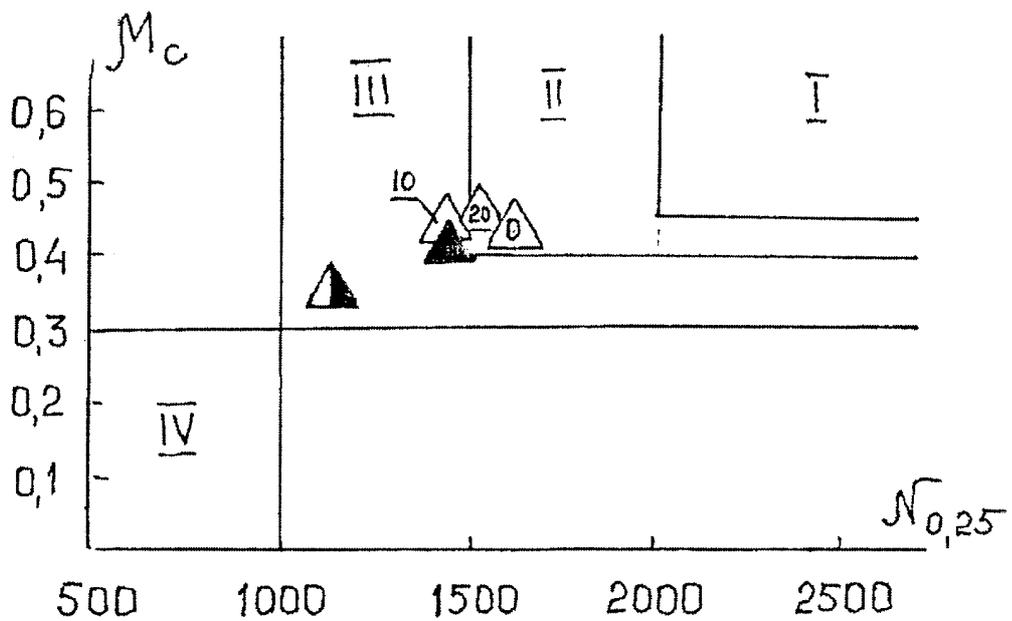
Фиг. 2



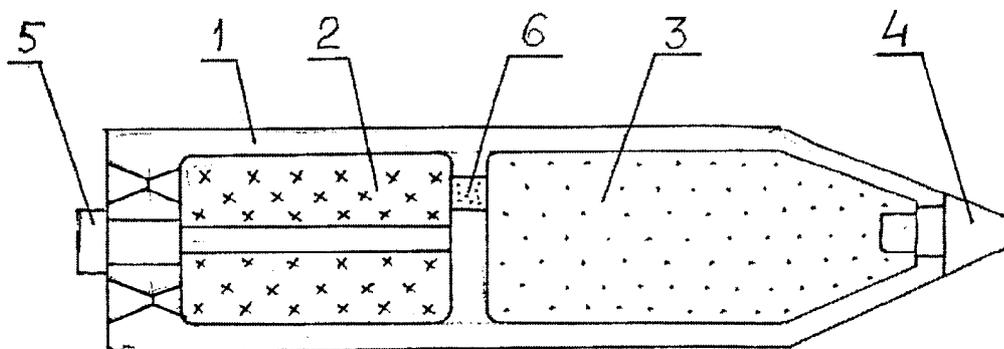
Фиг. 3



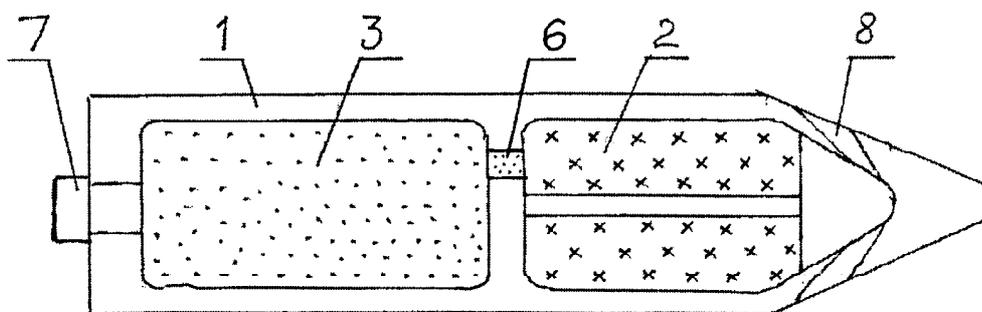
Фиг. 4



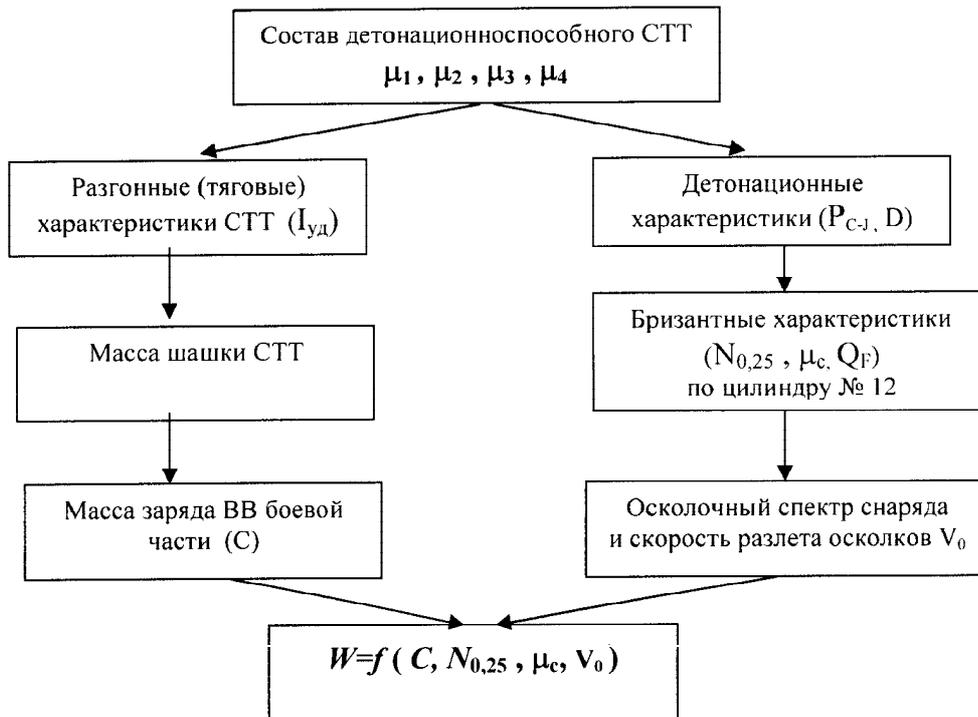
Фиг. 5



Фиг. 6



Фиг. 7



Фиг. 8