

УДК 623.455

doi: 10.53816/23061456\_2024\_11-12\_64

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БОЕПРИПАСОВ  
С ГОТОВЫМИ ПОРАЖАЮЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ**

**ASSESSMENT OF THE EFFECTIVENESS OF THE USE OF AMMUNITION  
WITH READY-MADE STRIKING ELEMENTS**

*А.А. Михайлов<sup>1</sup>, С.А. Козлов<sup>2</sup>*

*A.A. Mikhailov, S.A. Kozlov*

*<sup>1</sup>НИЦ «Охрана» Росгвардии, <sup>2</sup>НПО «СТУС» МВД России*

В статье рассматривается эффективность использования боеприпасов с готовыми поражающими элементами (ГПЭ), а также сравнение их по эффективности применения с боеприпасами, в которых применяется естественное дробление корпуса (ЕДК) при взрыве. Проводится сравнение технических характеристик наиболее распространенных ручных гранат с ГПЭ. Проводится расчет параметров ручной гранаты с ГПЭ в виде цилиндров, в результате которого определена убойная дистанция и убойная скорость поражающего элемента для заданной удельной кинетической энергии, а также основные параметры образующегося осколочного поля.

Для гранат с ЕДК проводится анализ поражения ростовой мишени, предлагается вариант отечественного боеприпаса с ГПЭ в виде цилиндров в габаритах и весовых параметрах гранаты РГД-5 и Ф-1, который позволяет существенно повысить эффективность их применения, в том числе вероятность поражения цели и радиус поражения.

**Ключевые слова:** ручная граната, готовые поражающие элементы, осколочное поле, ростовая мишень, убойная скорость.

The article examines the effectiveness of using ammunition with ready-made submunitions (RMS), as well as comparing their effectiveness with ammunition that uses natural crushing of the body during an explosion (UNC). A comparison is made of the technical characteristics of the most common hand grenades with RMS. The parameters of a hand grenade with a RMS in the form of cylinders are calculated, as a result of which the lethal distance and lethal speed of the striking element for a given specific kinetic energy are determined, as well as the main parameters of the resulting fragmentation field. For grenades with UNC, an analysis of the destruction of a growth target is carried out, a version of domestic ammunition with GPE in the form of cylinders is proposed in the dimensions and weight parameters of the RGD-5 and F1 grenades, which can significantly increase the efficiency of their use, including the frequency of probability the target and the radius of destruction.

**Keywords:** hand grenade, ready-made submunitions, fragmentation field, growth target, lethal speed.

Характеристики типовых ручных гранаты с ГПЭ можно проанализировать на примере ручных гранат фирмы Arges Armaturen GmbH, AT. (табл. 1).

Ручные гранаты фирмы Arges впоследствии стали прототипами для ручных гранат серии M-DN, производимых в Германии. В стенках корпусов этих гранат залиты стальные шарики:

- M-DN 11 — 3800 шариков диаметром 2,5–3 мм;
- M-DN 21 — 2200 шариков диаметром 2–2,3 мм;
- M-DN 31 — 3000 шариков диаметром 2–2,3 мм;
- M-DN 61 — 4300 шариков диаметром 2–2,3 мм.

Типовую конструкцию гранат с ГПЭ можно проанализировать на примере югославской гранаты M75 (рис. 1), швейцарской гранаты HG 85 (рис. 2), польской гранаты RGO-88 (рис. 3).

Граната M75 содержит 3000 стальных шариков диаметром 2,5–3 мм с эффективным радиусом поражения в 12–18 м и максимальным радиусом поражения в 30–54 м. Заряд взрывчатого вещества содержит 36–38 г пластичной взрывчатки. Взрыватель, имеет время задержки от 3 до 4,4 с [3].

Существенной трудностью при массовом производстве гранат с ГПЭ, особенно в период мобилизационной экономики, является производство поражающих элементов шарикообразной формы.

В связи с чем предлагается в качестве ГПЭ использовать цилиндрические элементы с соотношением длины к диаметру равным единице. Производство ГПЭ в виде цилиндров можно осуществлять из стальной проволоки диаметром 3–5 мм.

Близким аналогом гранаты с ГПЭ в виде цилиндров можно считать гранату с полуготовыми поражающими элементами, используемую в Нагорном Карабахе (рис. 4).

К недостаткам данного типа гранаты можно отнести отсутствие полуготовых поражающих элементов с торцовых частей, что не дает 100 % гарантии их правильного фрагментирования при

Таблица 1

Основные характеристики гранат фирмы Arges [1]

Тип гранаты	Масса гранаты, г	Масса заряда ВВ, г	Длина гранаты, мм	Диаметр гранаты, мм	Время замедления, с	Количество ГПЭ, шт.
ARGES HG 73	335	50	91	57	3,5–4,5	2600
ARGES HG 7	470	75	96	63	3,5–5,5	5500
ARGES HG 79	391	48	96	57	3,5–4,5	4400
ARGES HG 84 Оборонительная/ наступательная	500/460	90	115	60	3,5–5,5	5300 (оборон.)

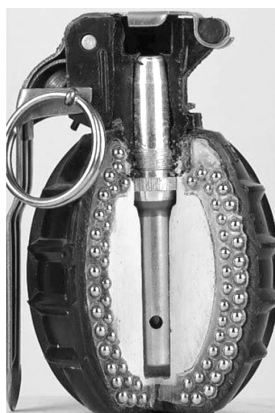


Рис. 1. Югославская ручная осколочная граната M75 [2]



Рис. 2. Швейцарская граната HG-85 (модифицированная), в качестве поражающих элементов используются вольфрамовые шарики [4]

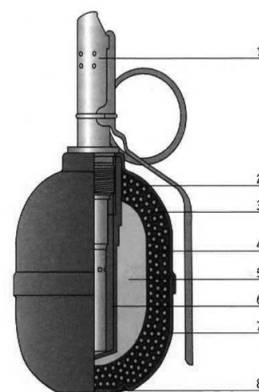


Рис. 3. Конструкция польской гранаты RGO-88: 1 — взрыватель (УЗРГМ); 2 — верхняя часть корпуса; 3 — шарики; 4 — пластмасса; 5 — взрывчатое вещество; 6 — втулка; 7 — нижняя часть корпуса; 8 — доньшко

Таблица 2

Основные характеристики гранаты RGO-88 [4]

Параметр	Характеристики
Диаметр гранаты, мм	57
Высота снаряженной гранаты с унифицированным запалом УЗРГМ, мм	114
Масса снаряженной гранаты, г	485
Масса взрывчатого вещества, г	60
Масса поражающего элемента, г	0,25
Количество поражающих элементов, шт.	1150

использовании гранаты. Поэтому в гранатах с ГПЭ в виде цилиндров необходимо использовать полностью готовые поражающие элементы и иметь конструкцию, близкую к гранате RGO-88.

**Расчет параметров ручной гранаты с ГПЭ в виде цилиндров**

Минимальное значение удельной кинетической энергии, соответствующей нижней границе поражения человека, принято в 0,5 Дж/мм<sup>2</sup> [5].

Определим кинетическую энергию поражающего элемента в виде цилиндра диаметром 3 мм, с отношением длины к диаметру, равным единице (масса — 0,16 г) [6].

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,16 \cdot 10^{-3} \cdot 1200^2}{2} = 115,2 \text{ Дж.}$$

Определим удельную кинетическую энергию  $E_{уд}$ , при площади контакта основания цилиндра с поверхностью  $S_{пл} = 9 \text{ мм}^2$ :

$$E_{уд} = 115,2/9 = 12,8 \text{ Дж/мм}^2.$$

Определим скорость поражающего элемента для удельной кинетической энергии в 5 Дж/мм<sup>2</sup> (в 10 раз большей нижней границы поражения человека), то есть определим  $V_{y6}$ :

$$V_{y6} = \sqrt{\frac{2E}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 45}{0,16 \cdot 10^{-3}}} = 750 \text{ м/с.}$$

Определим удойную дистанцию таким поражающим элементом.



Рис. 4. Граната, используемая во время конфликта в Нагорном Карабахе, имеет диаметр — 60 мм, толщину проволоки — 3 мм, количество полуготовых поражающих элементов — 480 шт.

Исходные данные:

- масса осколка  $m = 0,16 \text{ г}$ ;
- коэффициент лобового сопротивления осколка  $C_x = 1,21$ ;
- параметр формы осколка  $\Phi = 1,38$ ;
- начальная скорость поражающего элемента  $V_0 = 1200 \text{ м/с}$ ;
- убойная скорость поражающего элемента  $V_y = 750 \text{ м/с}$ .

Тогда убойная дистанция составит:

$$I_{y6} = 145 \cdot \frac{m^{0,333}}{C_x \cdot \Phi} \cdot \lg \frac{V_0}{V_y} = 145 \cdot \frac{0,16^{0,333}}{1,21 \cdot 1,38} \cdot \lg \frac{1200}{750} = 11,3 \text{ м.}$$

При этом площадь поражения равна  $S_{пр} = 400,1 \text{ м}^2$ .

В гранате РГД-5 масса корпуса со взрывателем УЗРГМ-2, которые создают осколочное поле, составляет 200 г.

При использовании ГПЭ весом 0,16 г в количестве 1000 шт. получим вес в 160 г, из которых 40 г отводится на вес унифицированного запала ручной гранаты модернизированной (УЗРГМ) и связующий материал для фиксации поражающих элементов или тонкостенный внешний корпус.

Определим количество осколков гранаты РГД-5, рис. 5 (обратите внимание, насколько неравномерно происходит дробление корпуса гранаты РГД-5).

Кроме того, следует учесть, что параметр формы осколков  $\Phi$  гранаты РГД-5 будет находиться в диапазоне от 1,8 (для мелких осколков) до 2,8 (для крупных осколков). Параметр формы осколков  $\Phi$  гранаты с ГПЭ в виде цилиндров составляет 1,38.



Рис. 5. Осколки гранаты РГД-5 [7]

Из этого следует, что при равной энергетике осколков  $I_{уб}$  — убойная дистанция гранаты с естественным дроблением — сократится для мелких осколков  $1,8/1,38 = 1,3$  раза, а для крупных —  $2,8/1,38 = 2$  раза.

Для подсчета количества осколков воспользуемся свободно распространяемой программой ImageJ (рис. 6). Таких осколков получилось 138 шт.

Если рассматривать осколки гранаты Ф-1, то можно отметить непредсказуемость дробления корпуса гранаты. С одной стороны, наблюдается превращение значительной части корпуса в металлическую пыль (рис. 7), не обладающую убойными свойствами, с другой стороны, в зависимости от свойств сталистого чугуна наблюдается образование слишком крупных осколков, (рис. 8). Большинство экспертов считают, что количество убойных элементов гранаты Ф-1 не превышает 300 шт.

Необходимо отметить, что аналогичные недостатки при образовании осколочного поля присущи и более современным ручным гранатам РГН/РГО (рис. 9).

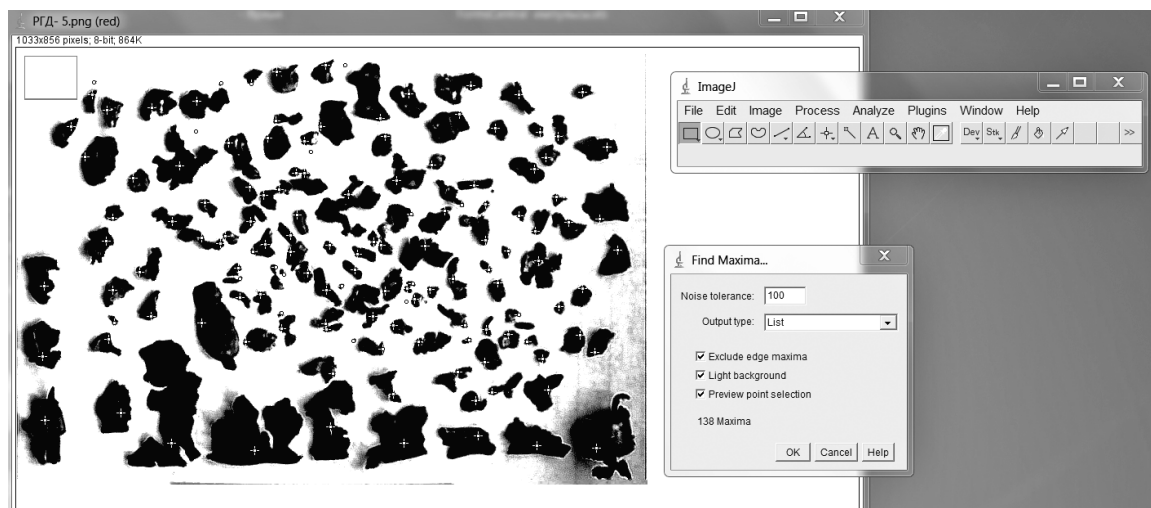


Рис. 6. Подсчет осколков гранаты РГД-5 с помощью программы ImageJ (количество осколков 138 шт.)



Рис. 7. Осколки гранаты Ф-1 (при этом примерно половина из 540 г корпуса гранаты превращается в пыль) [8]



Рис. 8. Осколки гранаты Ф-1 (в зависимости от используемой марки чугуна дробление гранаты может происходить на достаточно крупные осколки, чем и объясняется паспортная дистанция разлета убойных осколков в 200 м)



Рис. 9. Осколки гранаты РГН [9]

**Определение вероятности поражения ростовой мишени на дистанции в 4 м при взрыве гранаты РГД-5, Ф-1, с ГПЭ в виде цилиндров диаметром 3 мм в количестве 1000 шт. [8]**

Исходные параметры:

- площадь ростовой мишени (1,5×0,5 м),  $S_m = 0,75 \text{ м}^2$ ;
- количество осколков гранаты РГД-5 — 138 шт.;
- количество осколков гранаты Ф-1 — 300 шт.;
- количество осколков гранаты с ГПЭ — 1000 шт.;
- расстояние от центра взрыва до мишени — 4 м;
- площадь сферы с радиусом в 4 м,  $S_{\text{сф}} = 201 \text{ м}^2$ .

Допущение. Считаем форму гранаты сферической с равномерным осколочным полем.

Плотность осколочного поля для гранаты РГД-5

$$Пл = \frac{S_{\text{сф}}}{\text{кол. оскл.}} = \frac{201}{138} = 1,46 \text{ м}^2,$$

тогда математическое ожидание попадания будет равно:

$$\frac{S_m}{Пл} = \frac{0,75}{1,46} = 0,5.$$

Для случая, когда угловые размеры цели малы по сравнению с шириной сектора осколоч-

ного поля, закон распределения близок к закону Пуассона, где  $P_n$  — вероятность того, что в мишень попадет ровно  $n$  осколков,  $n$  — случайное число осколков,  $\langle n \rangle$  — математическое ожидание числа осколков, приходящихся на площадь цели.

Для  $n = 1$

$$P_n = \frac{n^{-n}}{n!} \cdot e^{-\langle n \rangle} = 2,72^{-0,5} = 0,6.$$

Для  $n = 3$

$$P_n = \frac{n^{-n}}{n!} \cdot e^{-\langle n \rangle} = \frac{3^{-3}}{3!} \cdot e^{-\langle 0,5 \rangle} = 0,037$$

(то есть пренебрежимо мала).

Плотность осколочного поля для гранаты Ф-1:

$$Пл = \frac{S_{\text{сф}}}{\text{кол. оскл.}} = \frac{201}{300} = 0,67 \text{ м}^2,$$

то есть в площадь ростовой мишени гарантированно попадет

$$K_{\text{оскл}} = \frac{S_m}{Пл} = \frac{0,75}{0,67} = 1,1 \text{ оскол.}$$

Плотность осколочного поля для гранаты с ГПЭ в виде цилиндров:

$$Пл = \frac{S_{\text{сф}}}{\text{кол. оскл.}} = \frac{201}{1000} = 0,201 \text{ м}^2,$$

то есть в площадь ростовой мишени гарантированно попадет

$$K_{\text{оскл}} = \frac{S_m}{Пл} = \frac{0,75}{0,201} = 3,7 \text{ ГПЭ.}$$

**Параметры оборонительной гранаты с ГПЭ в виде цилиндров диаметром 5 мм**

С учетом прогнозирования появления противосколочных курток и брюк в качестве защитного обмундирования класса защиты Бр 1 (защищает от фрагментов/осколков, соответствующих условному стальному шарикку весом 1,01 г, 6,35 мм, который летит со скоростью 508 м/с,

энергией — 130,3 Дж), определим кинетическую энергию ГПЭ в виде цилиндров диаметром 5 мм, с отношением длины к диаметру, равным единице (масса — 0,77 г).

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{0,77 \times 10^{-3} \times 1200^2}{2} = 554,4 \text{ Дж.}$$

Определим  $V_{уб ст3}$ , исходя из энергетике ГПЭ.

$$V_{уб ст3} = 145 \cdot \frac{h_{ст} \cdot \Phi}{m^{0,333}} = 145 \cdot \frac{3 \cdot 1,38}{0,77^{0,333}} = 655 \text{ м/с.}$$

Определим  $V_{уб ст3}$ , исходя из необходимости пробития стального 3-мм листа (Ст.3).

Исходные данные:

- $h_{ст} = 3$  мм;
- масса осколка  $m = 0,77$  г;
- параметр формы осколка  $\Phi = 1,38$ .

Тогда

$$V_{уб ст3} = 145 \times \frac{h_{ст} \times \Phi}{m^{0,333}} = 145 \times \frac{3 \times 1,38}{0,77^{0,333}} = 655 \text{ м/с.}$$

За конечную точку расчета примем  $V_{уб ст3} = 655$  м/с.

Определим убойную дистанцию поражения ГПЭ в виде цилиндров диаметром 5 мм.

Исходные данные:

- масса осколка  $m = 0,77$  г;
- коэффициент лобового сопротивления осколка  $C_x = 1,21$ ;
- параметр формы осколка  $\Phi = 1,38$ ;

– начальная скорость поражающего элемента  $V_0 = 1200$  м/с;

– убойная скорость поражающего элемента  $V_y = 655$  м/с.

Тогда

$$I_{уб} = 145 \cdot \frac{m^{0,333}}{C_x \cdot \Phi} \cdot \lg \frac{V_0}{V_y} = \\ = 145 \frac{0,77^{0,333}}{1,21 \cdot 1,38} \times \lg \frac{1200}{655} = 20,9 \text{ м.}$$

Исходя из массы гранаты в 600 г, веса ТНТ в 110 и 40 г, которые отводятся на вес УЗРГМ и связующий материал для фиксации поражающих элементов или тонкостенный внешний корпус, количество ГПЭ в виде цилиндров диаметром 5 мм составит 584 шт.

### Определение вероятности поражения ростовой мишени на дистанции в 5 м при взрыве оборонительной гранаты с ГПЭ в виде цилиндров диаметром 5 мм в количестве 584 шт.

Исходные параметры:

– площадь ростовой мишени  $1,5 \times 0,5$  м,  $S_m = 0,75$  м<sup>2</sup>;

– количество осколков гранаты с ГПЭ — 584 шт.;

– расстояние от центра взрыва до мишени — 5 м;

– площадь сферы с радиусом в 5 м,  $S_{сф} = 314$  м<sup>2</sup>;

Допущение. Считаем форму гранаты сферической с равномерным осколочным полем.

Плотность осколочного поля для оборонительной гранаты с ГПЭ, м<sup>2</sup>,

$$Пл = \frac{S_{сф}}{\text{кол.оскл.}} = \frac{314}{584} = 0,538 \text{ м}^2,$$

то есть в площадь ростовой мишени гарантированно попадет

$$K_{оск} = \frac{S_m}{Пл} = \frac{0,75}{0,538} = 1,4 \text{ ГПЭ.}$$

### Выводы

Проведенные расчеты показали, что использование отечественных боеприпасов с ГПЭ в виде цилиндров в габаритах и весовых параметрах гранат РГД-5 и Ф-1 повышает их эффективность применения и экономически выгодно по следующим причинам.

1. Использование гранат с ГПЭ в виде цилиндров в классе РГД-5 повышает частоту поражения цели в радиусе 4 м в 7 раз.

2. Использование гранат с ГПЭ в виде цилиндров в классе Ф-1 повышает частоту поражения цели в радиусе 4 м в 1,25 раза, при этом радиус поражения для гранаты при расчете увеличивали на 1 м (то есть он становится равным 5 м).

3. Изготовление ГПЭ в виде нарубки цилиндров из проволоки Ст.3 диаметром 3 или 5 мм не меняет кардинально технологии производства гранат, может быть легко организовано в промышленных масштабах. Стоимость

ГПЭ в виде цилиндров не может быть больше стоимости дроби соответствующего диаметра, которая в настоящее время стоит около 26–30 руб. за 1 кг [10].

Для ускорения внедрения боеприпасов с ГПЭ возможно изготовление поражающих элементов в виде дроби с использованием уже развращенного производства, при этом боевые характеристики боеприпасов только улучшатся.

#### Список источников

1. Ручные гранаты ARGES (АВСТРИЯ). URL: [https://vk.com/wall-5058831\\_404446](https://vk.com/wall-5058831_404446) (дата обращения: 18.6.2024).

2. 22 опасных разреза: подборка оружия в необычном ракурсе. URL: <https://fishki.net/4156733-22-opasnyh-razreza-podborka-oruzhija-v-neobychnom-rakurse.html> (дата обращения: 18.6.2024).

3. Ручная осколочная граната DRM 75. URL: [https://armsdata.net.military-club.com/strelkovoe/ugo\\_brm75.html](https://armsdata.net.military-club.com/strelkovoe/ugo_brm75.html) (дата обращения: 18.6.2024).

4. Граната RGO-88 // Оружие и боеприпасы. URL: [https://weaponland.ru/board/granata\\_rgo\\_88/22-1-0-490](https://weaponland.ru/board/granata_rgo_88/22-1-0-490) (дата обращения: 18.6.2024).

5. Критерии относимости самодельного стреляющего устройства к огнестрельному оружию. URL: <http://abckrim.ru/rabota/samodel.htm> (дата обращения: 18.6.2024).

6. Балаганский И.А., Мержиевский Л.А. Действие средств поражения и боеприпасов: учебник. Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2004. 253 с.

7. Описание гранаты РГД-5 // Warbook военный портал. URL: <https://war-time.ru/item/rgd-5> (дата обращения: 18.6.2024).

8. Про ужасную гранату Ф-1 и дебилов. URL: <https://ohotnik1975.livejournal.com/232654.html> (дата обращения: 18.6.2024).

9. Описание ручных гранат РГО и РГН // Warbook военный портал. URL: <https://war-time.ru/item/granaty-rgo-i-rgn> (дата обращения: 18.6.2024).

10. Дробь стальная. URL: <https://pkf-m.ru/drob/> (дата обращения: 18.6.2024).

#### References

1. ARGES hand grenades (AUSTRIA). URL: [https://vk.com/wall-5058831\\_404446](https://vk.com/wall-5058831_404446) (date of access: 18.6.2024).

2. 22 dangerous cuts: a selection of weapons from an unusual angle. URL: <https://fishki.net/4156733-22-opasnyh-razreza-podborka-oruzhija-v-neobychnom-rakurse.html> (date of access: 18.6.2024).

3. DRM 75 hand fragmentation grenade. URL: [https://armsdata.net.military-club.com/strelkovoe/ugo\\_brm75.html](https://armsdata.net.military-club.com/strelkovoe/ugo_brm75.html) (date of access: 18.6.2024).

4. RGO-88 grenade // Arms and Ammunition. URL: [https://weaponland.ru/board/granata\\_rgo\\_88/22-1-0-490](https://weaponland.ru/board/granata_rgo_88/22-1-0-490) (date of access: 18.6.2024).

5. Criteria for attributing an improvised firing device to a firearm. URL: <http://abckrim.ru/rabota/samodel.htm> (date of access: 18.6.2024).

6. Balaganskiy I.A., Merzhievskiy L.A. Action of means of destruction and ammunition: textbook. Novosibirsk: Novosibirsk State Technical University, 2004. 253 p.

7. Description of the RGD-5 grenade // Warbook military portal. URL: <https://war-time.ru/item/rgd-5> (date of access: 18.6.2024).

8. About the dreaded F-1 grenade and morons. URL: <https://ohotnik1975.livejournal.com/232654.html> (date of access: 18.6.2024).

9. Description of RGO and RGN hand grenades // Warbook military portal. URL: <https://war-time.ru/item/granaty-rgo-i-rgn> (date of access: 18.6.2024).

10. Steel shot. URL: <https://pkf-m.ru/drob/> (date of access: 18.6.2024).