

Е. В. Проскуряков^{1✉}, А. Е. Фарахова¹, М. А. Анисова²

Вопросы баллистики гранат

¹ Сибирский государственный университет геосистем и технологий,
г. Новосибирск, Российская Федерация

² Новосибирский государственный университет», г. Новосибирск, Российская Федерация
e-mail: saper67@mail.ru

Аннотация. В данной работе представлены расчетные и экспериментальные данные максимальной дальности полета: ручных осколочных гранат РГО и РГН; выстрелов осколочных гранатометных ВОГ-17 к автоматическому станковому гранатомету АГС-17; выстрелов осколочных гранатометных ВОГ-25 к гранатомету подствольному ГП-25; осколочных гранат ОГ-7 к ручному противотанковому гранатомету РПГ-7; термобарических боеприпасов к реактивному пехотному огнемету РПО-А, предназначенных для поражения живой силы и техники противника. Для всех вышеперечисленных боеприпасов, за исключением ручных осколочных гранат РГО и РГН, расчетные значения значительно отличаются от экспериментальных значений.

Ключевые слова: дальность полета, осколочные гранаты, ручные осколочные гранаты, выстрелы осколочные гранатометные, сопротивление воздуха, баллистический коэффициент.

E. V. Proskuryakov^{1✉}, A. E. Farakhova¹, M. A. Anisova²

Issues of Grenade Ballistics

¹ Siberian State University of Geosystems and Technologies, Novosibirsk, Russian Federation

² Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation
e-mail: saper67@mail.ru

Abstract. This paper presents calculated and experimental data on the maximum flight range of: RGO and RGN hand fragmentation grenades; VOG-17 fragmentation grenade launchers to the AGS-17 automatic machine-gun grenade launcher; VOG-25 fragmentation grenade launcher shots to GP-25 under-barrel grenade launcher; OG-7 fragmentation grenades to RPG-7 hand-held anti-tank grenade launcher; thermobaric ammunition for the RPO-A rocket-propelled infantry flamethrower, designed to destroy enemy manpower and equipment. For all of the above ammunition, with the exception of RGO and RGN hand fragmentation grenades, the calculated values differ significantly from the experimental values.

Keywords: flight range, fragmentation grenades, hand fragmentation grenades, grenade fragmentation rounds, air resistance, ballistic coefficient.

Введение

Опыт современных войн и вооруженных конфликтов позволяет говорить о востребованности ручных гранат, гранатометных выстрелов для применения в Вооружённых Силах РФ и зарубежных армиях. На тактическом уровне ведения боевых действий применение данного вида оружия часто является единственно доступным средством поражения техники, укрепленных огневых позиций, групп пехоты и других объектов противника. Дальнобойность оружия – это совокуп-

ность свойств, характеризующих возможность эффективной стрельбы в зависимости от дальности – зачастую является определяющей характеристикой, когда необходимо подавить цель, находящуюся на предельных расстояниях его возможностей. При этом максимальная дальность полета гранат, гранатометных выстрелов и пр., то есть кратчайшее расстояние между точкой вылета и точкой падения (разрыва) боеприпаса, указанная в характеристиках оружия, на практике зачастую оказывается значительно выше.

Целью данной работы является сравнить расчетные и экспериментальные данные максимальной дальности полета осколочных и зажигательных гранат, предназначенных для поражения техники, укрепленных огневых позиций, групп пехоты и других объектов противника.

Методы и материалы

В работе представлены расчетные и экспериментальные данные максимальной дальности полета осколочных и зажигательных гранат (табл. 1), предназначенных для поражения живой силы и техники противника.

Таблица 1

Максимальная дальность полета гранаты L

№	Граната	d , мм	m , кг	V_0 , м/с	L , м	L^* , м	$\frac{\Delta L}{L}$	$\frac{F}{P}$
1	РГН	61	0,3	20	40	40	0	0,2
2	РГО	60	0,5	19	36	36	0	0,1
3	ГП-25	40	0,25	76	570	400	0,3	1,8
4	РПО-А	93	4	125	1562	1200	0,3	1,8
5	АГС-17	30	0,35	185	3420	1700	0,5	4
6	РПГ-7В	40	2	140	1900	700	0,6	5

Здесь $\Delta L = L - L^*$

Обычно начальная скорость гранаты невелика (табл. 1, № 1,2) и сила сопротивления воздуха не учитывается. Метание ручных осколочных гранат осуществляется вручную. Ручные осколочные гранаты подразделяются на наступательные и оборонительные. Наступательные гранаты применяются в наступательном бою и имеют относительно малый радиус поражения осколками L_1 (рис. 1).

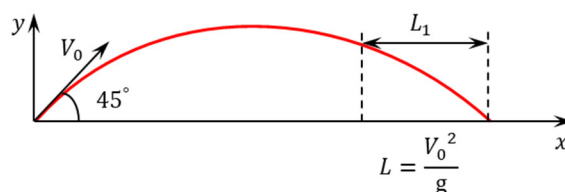


Рис. 1. Движение гранаты под углом к горизонту:

L – максимальная дальность полета гранаты; L_1 – дальность разлета осколков гранаты; V_0 – начальная скорость гранаты; g – ускорение свободного падения

Корпус гранаты РГН (рис. 2, *а*) изготовлен из легкого алюминиевого сплава и образует осколки с небольшим радиусом поражения. Оборонительные гранаты имеют относительно большой радиус поражения осколками и применяются из укрытий. Граната РГО (рис. 2, *б*) имеет двухслойный стальной корпус, значительно большую массу и формирует осколки с увеличенным радиусом поражения L_1 .



Рис. 2. Ручные осколочные гранаты:

а – РГН; *б* – РГО

Пусть V_0 – начальная скорость гранаты, g – ускорение свободного падения, максимальная дальность полета гранаты рассчитывается по формуле (рис. 1):

$$L = \frac{V_0^2}{g}, \quad (1)$$

В данной модели дальность полета гранаты не зависит от ее массы и диаметра.

Дальность метания 40-мм гранаты ВОГ-25 (выстрел осколочный гранатометный – 25 модель) из подствольного гранатомета ГП-25 (рис. 3) превосходит дальность броска (табл. 1) и подствольные гранатометы значительно повышают эффективность применения гранат в бою.



Рис. 3. Гранатомет подствольный ГП-25 (вверху) и граната ВОГ-25П (внизу)

Граната ВОГ-17М (выстрел осколочный гранатометный – 17 модель) для 30-мм автоматического станкового гранатомета АГС-17 (рис. 4) стабилизируется в полете вращением, АГС-17 имеет высокую дальность прицельной стрельбы (1700 м) и скорострельность (выстрел в секунду и более).



Рис. 4. Автоматический гранатомет на станке АГС-17 (слева) и граната ВОГ-17 (справа)



Рис. 5 Ручной противотанковый гранатомет РПГ-7 (вверху), осколочная граната ОГ-7В и ОГ-7В с раскрытым хвостовым оперением (внизу)



Рис. 6. Реактивный пехотный огнемет РПО-А (слева) и термобарические боеприпасы к нему (справа)

В некоторых случаях (табл. 1, № 3-6) расчетные значения L значительно отличаются от экспериментальных значений L^* . Оценим влияние сопротивления воздуха на скорость гранаты в одномерной постановке.

Пусть граната массой m и калибром d вылетает из оружия с начальной скоростью V_0 . Сила сопротивления воздуха F рассчитывается по формуле:

$$F = C_x \cdot \rho_B \cdot V^2 \cdot \frac{S}{2} \quad (2)$$

Плотность воздуха $\rho_B = 1,2 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ площадь поперечного сечения гранаты $S = \frac{\pi d^2}{4}$, коэффициент лобового сопротивления гранаты $C_x = 1$. Определим зависимость скорости гранаты V от пройденного расстояния x . Запишем дифференциальное уравнение движения гранаты и проинтегрируем его:

$$\begin{aligned} m \cdot \frac{dV}{dt} &= -C_x \cdot S \cdot \rho_B \cdot V^2; & m \cdot \frac{dV}{dx} &= -\frac{1}{2} \cdot C_x \cdot S \cdot \rho_B \cdot V; \\ \frac{dV}{V} &= -\frac{1}{2m} \cdot C_x \cdot \rho_B \cdot S \cdot dx; & \int_{V_0}^V \frac{dV}{V} &= -\frac{C_x}{2m} \cdot S \cdot \rho_B \cdot \int_0^x dx; \\ \ln V - \ln V_0 &= -\frac{C_x}{2m} \cdot S \cdot \rho_B \cdot x; & V &= V_0 \cdot \exp\left(-\frac{C_x}{2m} \cdot S \cdot \rho_B \cdot x\right) \end{aligned} \quad (3)$$

Скорость гранаты V на конечном участке траектории $x = \frac{V_0^2}{g}$ оценивается по формуле (3) и зависит от параметра: $\frac{F}{P}$ (см. табл. 1).

Результаты

Расчетные значения максимальной дальности полета (1) выстрелов осколочных гранатометных ВОГ-17 и ВОГ-25, осколочных гранат ОГ-7 и термобарических боеприпасов к реактивному пехотному огнемету РПО-А, предназначенных для поражения живой силы и техники противника, значительно отличаются от экспериментальных значений.

Заключение

Если сила сопротивления воздуха F превышает вес гранаты $P = m \cdot g$, то влияние воздуха на конечную скорость гранаты (3) будет значительным. Например, если $F = 1,8 \cdot P$, то L снижается на 30 % (табл. 1, № 3, 4).

В случае АГС-17 (табл. 1, № 5) при $F = 4 \cdot P$ дальность L снижается в два раза. Дальность полета гранаты ОГ-7 существенно (на 60 %) снижается из-за наличия стабилизирующего оперения (табл. 1, № 6), сила сопротивления воздуха F оценивается величиной более $5 \cdot P$.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабкин А.В. Средства поражения и боеприпасы: Учеб. / А.В. Бабкин, В.А. Велданов, Е.Ф. Грязнов и др.; Под общ. ред. В.В. Селиванова. М.: Моск. гос. техн. ун-т, 2008.

© Е. В. Проскуряков, А. Е. Фарахова, М. А. Анисова, 2025