

УДК 623.565.623.455.8:343.148

**В.И. Пащенко**, ветеран органов внутренних дел

**Ю.М. Сидоренко**, кандидат технических наук,

доцент НТУ Украины «Киевский политехнический институт»

## **О ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ОСКОЛОЧНОГО ПОЛЯ РУЧНОЙ ГРАНАТЫ Ф-1 ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ СУДЕБНОЙ ВЗРЫВОТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ**

Методами компьютерного и экспериментального моделирования процесса взрыва ручной осколочной гранаты типа Ф-1 определены значения кинематических параметров ее осколочного поля. На основе полученной информации установлено, что ручные гранаты имеют три основных осколочных потока, дифференцированных в зависимости от типа подстилающей поверхности места взрыва. Полученные результаты могут быть использованы для более качественного осмотра места взрыва, оценки опасности действия осколочных взрывных устройств для людей, проводимой в рамках судебной взрывотехнической экспертизы.

*Ключевые слова:* граната, моделирование, осколки, зона поражения, планкарта, топография, экспертиза.

За допомогою комп'ютерного та експериментального моделювання процесу вибуху ручної осколкової гранати типу Ф-1 обчислено значення кінематичних параметрів її осколочного поля. На основі отриманої інформації встановлено, що ручні гранати мають три основних осколкових потоки, диференційованих залежно від типу підстиляючої поверхні місця вибуху. Отримані результати можуть бути використані для більш якісного огляду місця вибуху, оцінки небезпеки дії осколкових вибухових пристроїв для людей, що проводиться у межах судової вибухотехнічної експертизи.

The essay describes the results of determination of kinematic parameters of the splinters of F-1 hand grenade by computer aided and test simulation of an explosion. The authors established the fact that hand grenades make three groups (clouds) of splinters depending on the nature of the surface. The results of the study enable forensic personnel to improve the efficiency of the crime scene examination and better assess the degree of danger of fragmentation grenades for humans in course of their forensic examination.

В специальной литературе приводятся на первый взгляд противоречивые сведения о поражающих возможностях некоторых промышленных осколочных взрывных устройств (далее — ВУ) типа ручных гранат. Например, в Инструкции по очистке местности от взрывоопасных предметов указывается, что радиус поражения при взрыве ручной осколочной гранаты типа Ф-1 составляет 200 м [1]. Ю.М. Дильдин, описывая свойства ручной гранаты Ф-1, приводит данные о радиусе ее осколочного поражения в 50—60 м и указывает, что отдельные осколки разлетаются на расстояние 200 м, которое считается безопасным [2]. Ф. Леонидов

приводит значение радиуса поражения в 40—50 м [3]. В Приложении Д к Боевому уставу FM 3-23.30 вооруженных сил США указаны данные осколочного поражения при взрыве ручной гранаты типа Ф-1 до 20—30 м [4]. В.В. Матвейчук утверждает, что ее осколочный радиус поражения составляет всего 5 м [5].

Такими на первый взгляд противоречивыми данными по осколочному действию ручной гранаты Ф-1, содержащимися в различных источниках, пользуются в работе эксперты, приводя их в качестве примеров при формулировании своих выводов. В результате следователи или другие участники судебного расследования, обнаружив такие (по их мнению) противоречия, часто инициируют проведение допроса эксперта или вызов его в суд. Еще большее недоумение в ходе судебных расследований по фактам взрывов гранат типа Ф-1 вызывают случаи, когда на достаточно близком расстоянии от места их взрыва люди не получают ожидаемых осколочных ранений.

Такое положение дел объясняется тем, что, несмотря на более чем 70-летнюю историю нахождения гранаты типа Ф-1 на вооружении, численные и координатные характеристики разлета ее осколков практически не исследовались.

Данная работа посвящена результатам исследований оценки уровня осколочной опасности ВУ, в том числе расположения на местности зон, поражаемых осколками, на примере взрыва ручной гранаты типа Ф-1 с корпусом естественно-го дробления.

Для решения поставленной задачи необходимо было установить следующие зависимости:

- пространственно-массовое распределение осколков гранаты по меридиональному углу разлета  $f(\varphi, m)$ ;
- годограф начальных скоростей разлета осколков  $V_0(\varphi)$ .

Интересующие основные характеристики ручной гранаты типа Ф-1 приведены в табл. 1 [2].

Таблица 1

### Основные характеристики ручной гранаты Ф-1

Масса гранаты, г	600
Масса взрывчатого вещества, г	50
Тип взрывчатого вещества	тротил насыпной
Коэффициент наполнения $\alpha$	0,083
Материал корпуса	серый чугун СЧ-00
Количество осколков	до 1000
Взрыватель	типа УЗРГМ

Для определения численных и координатных характеристик разлета осколков ручной гранаты типа Ф-1 работа была разделена на два этапа:

- 1) проведение численного компьютерного моделирования процесса взрыва данной гранаты;
- 2) проведение практического эксперимента с использованием метода углового улавливания осколков гранаты в направлениях их полета с последующей

обработкой результатов эксперимента и их сравнением с результатами компьютерного моделирования.

*Первый этап.* Для проведения компьютерного моделирования использовалась программа «Гефест» [6]. Вначале был исследован процесс расширения корпуса гранаты типа Ф-1 под действием продуктов детонации в осесимметричной постановке с использованием эйлерового подхода для описания поведения среды в условиях импульсного нагружения в рамках континуальной модели, то есть без учета эффектов разрушения [7].

Во время этого расчета были приняты следующие допущения:

- детонация заряда взрывчатого вещества (далее — ВВ) инициировалась в точке, расположенной на оси симметрии гранаты;
- внешнее рифление корпуса гранаты не учитывалось.

Расчет проводился на сетке  $200 \times 500 = 100000$  элементов (размер элемента  $0,25 \times 0,25$  мм). Процесс взрыва гранаты рассчитывался до момента времени 20 мкс, что примерно соответствует удвоенному времени пробега детонационного фронта по длине заряда взрывчатого вещества  $L_0 = 63$  мм ( $t_D = L_0/D = 9,2$  мкс). Общая картина процесса взрыва гранаты типа Ф-1 представлена на рис. 1.

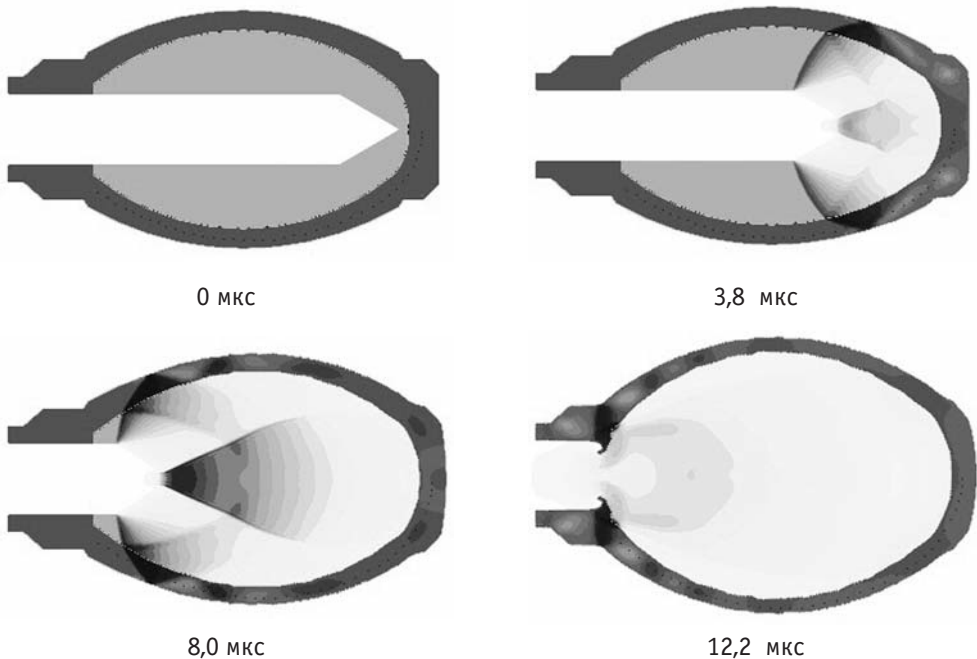


Рис. 1. Кадры компьютерного моделирования процесса взрыва модели гранаты типа Ф-1

На рисунке отчетливо прослеживаются все основные особенности процесса взрыва. После отражения детонационного фронта от дна корпуса гранаты в ее донной части формируется зона высокого давления. При подходе к оси симметрии конического фронта продуктов детонации образуется коническая отраженная ударная волна, за фронтом которой возникает зона высокого давления. Четко

просматриваются четыре пульсации волн сжатия и растяжения в стенке корпуса. После отражения детонационного фронта от дна корпуса в результате сложного взаимодействия косых волн и прямой ударной волны в дне формируется ударный фронт, близкий по форме к сферическому. После выхода сферического ударного фронта на внешнюю поверхность дна возникает сферический фронт волны разрежения. Взаимодействие этого фронта с косыми волнами разрежения приводит к возникновению конической зоны растяжения, по которой в дальнейшем происходит угловой откол дна.

Распределение компонент скорости движения и меридионального угла разлета различных частей корпуса гранаты вдоль ее образующей оболочки представлено на рис. 2.

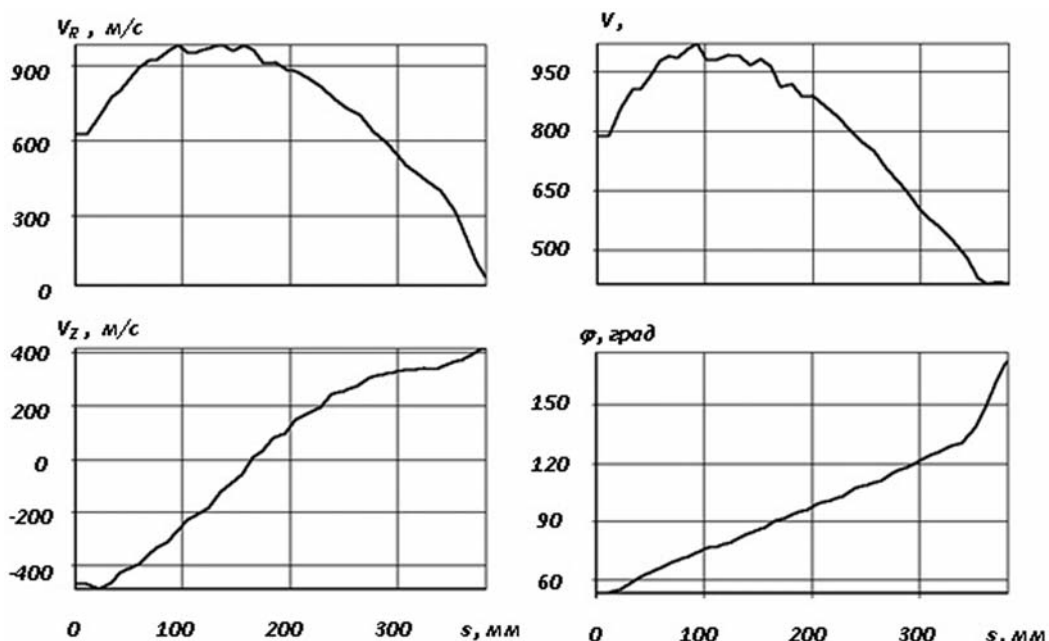


Рис. 2. Распределение радиальной  $V_R$  и осевой  $V_z$  компонент полной скорости разлета частей корпуса гранаты  $V$  и их меридионального угла разлета  $\varphi$  вдоль его образующей  $s$

Для оценки уровня осколочной опасности необходимо знать расположение поражаемых осколочных секторов на местности. Как известно, на их форму и ориентацию в пространстве основное влияние оказывает осевая компонента скорости  $V_z$  разлетающихся частей корпуса. На рис. 2 видно, что вдоль образующей корпуса гранаты  $s$  возникают две высокоградиентные зоны осевых компонент скорости  $V_z$ , что приводит к достаточно большому углу разлета фрагментов корпуса, то есть осколков.

Такой вывод также можно сделать, проанализировав данные графика меридионального угла разлета  $\varphi$ . Как видно на графике, по длине гранаты выделяются две аналогичные характерные зоны: головная и донная части с большим градиентом угла  $\varphi$ , приводящие к тому, что разлетающаяся масса корпуса сосредоточена

на пространстве, границы которого составляют достаточно большой угол. По результатам расчета меридиональные углы разлета  $\Delta\varphi$  80 %,  $\Delta\varphi$  90 %, содержащие 80 % и 90 % массы корпуса, составили:  $\Delta\varphi$  80 % =  $84^\circ$ , границы угла —  $48^\circ$  —  $132^\circ$ ;  $\Delta\varphi$  90 % =  $120^\circ$ , границы угла  $36^\circ$  —  $156^\circ$  (рис. 3).

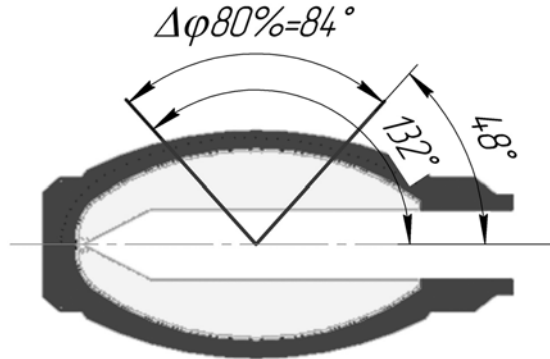


Рис. 3. Меридиональный угол разлета 80 % массы осколков гранаты типа Ф-1

В завершение континуальной стадии численного расчета были построены графики распределения массы корпуса гранаты и ее начальной скорости по угловым зонам разлета, то есть получены одномерные массивы  $M_j$ ,  $V_{0j}$  ( $j$ -номер угловой зоны). В проведенных расчетах величина угловой зоны была принята равной  $6^\circ$  ( $j = 1, 2 \dots 30$ ) (рис. 4).

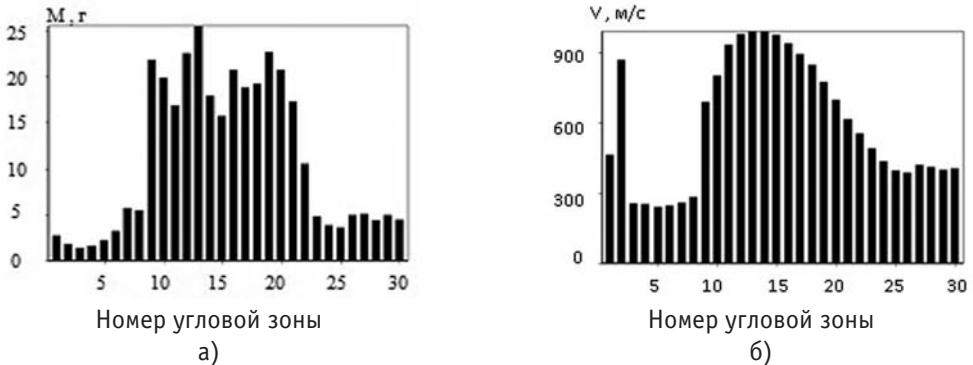


Рис. 4. Распределение по угловым зонам:  
а) массы  $M$  корпуса гранаты типа Ф-1;  
б) скорости разлета  $V$  корпуса гранаты типа Ф-1

Достоверность расчета проверялась по выполнению в конце процесса разгона корпуса гранаты балансов осевой компоненты импульса и энергии [8]. Невыполнение балансов не превышало 5 %, что является вполне приемлемым для задач данного класса.

После окончания континуального моделирования подключался второй блок программы «Гефест», с помощью которого массы разлетающихся частей корпуса гранаты по угловым зонам  $M_j$  пересчитывались в осколочный спектр  $f_j(m)$  в этих зонах. При этом использовалось допущение, что осколочные спектры во всех

угловых зонах описываются одной и той же статистической моделью — суперпозицией законов Вейбулла. Плотность данного распределения определяется по формуле 1 [9—11]:

$$f(m) = \xi \cdot \frac{\alpha}{m_a} \cdot \left(\frac{m}{m_a}\right)^{\alpha-1} \cdot e^{-\left(\frac{m}{m_a}\right)^\alpha} + (1-\xi) \cdot \frac{\beta}{m_b} \cdot \left(\frac{m}{m_b}\right)^{\beta-1} \cdot e^{-\left(\frac{m}{m_b}\right)^\beta}, \quad (1)$$

где:  $m_a, m_b, \alpha, \beta$  — соответственно характеристические массы и показатели качества дробления основного и сопутствующего спектров;  
 $\xi$  — коэффициент, устанавливающий соотношение этих частей спектра.

Гипервейбулловское бимодальное распределение содержит пять параметров и позволяет описывать осколочные спектры, в том числе спектры заданного дробления, в диапазоне сочетаний металл-ВВ-геометрия. Для ручной гранаты типа Ф-1 при комбинации ВВ/материал корпуса гранаты — ТНТ/С-60, ТНТ/чугун можно принять  $\alpha = 0,8, \beta = 0,4, \xi = 0,25$ . Значения характеристических масс обоих компонент спектра  $m_a$  и  $m_b$  определялись по соотношениям, приведенным В.А. Одинцовым, с уточненными коэффициентами [9]. Результаты расчета осколочного спектра и его параметров (масса  $M_j$ , начальная скорость полета осколков  $V_j$ , импульс  $I_j$  и кинетическая энергия  $W_j$  суммарной массы осколков в  $j$ -ой угловой зоне) гранаты типа Ф-1 приведены в табл. 2.

Таблица 2

**Расчетное пространственно-массовое распределение осколков гранаты типа Ф-1**

№	φ, град	Массовая группа, г.						N <sub>j</sub>	M <sub>j</sub> , г	V <sub>j</sub> , м/с	I <sub>j</sub> , НЧс	W <sub>j</sub> , Дж
		0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–0,75	0,75–1	1–1,5	1,5–2					
1	0–6	3	1				4	2,79	466	1,2977	608	
2	6–12	2	1				3	1,85	870	1,5700	1395	
3	12–18	1					1	1,44	257	0,3530	96	
4	18–24	1	1				2	1,66	252	0,3832	106	
5	24–30	2	1				3	2,27	241	0,4766	133	
6	30–36	3	2				5	3,31	247	0,6617	202	
7	36–42	6	3	1			10	5,92	260	1,1446	400	
8	42–48	6	3	1			10	5,62	284	1,0737	455	
9	48–54	24	14	5	2	2	47	22,4	689	9,0760	10627	
10	54–60	26	14	5	2	1	48	20,42	803	8,2024	13154	
11	60–66	26	13	4	1		44	17,29	933	6,5744	15067	

№	φ, град	Массовая группа, г.						N <sub>j</sub>	M <sub>j</sub> , г	V <sub>j</sub> , м/с	I <sub>j</sub> , НЧс	W <sub>j</sub> , Дж
		0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–0,75	0,75–1	1–1,5	1,5–2					
12	66–72	41	18	4	1			64	23,17	980	7,0311	22255
13	72–78	51	19	4	1			75	26,24	990	5,4205	25738
14	78–84	39	12	2				53	18,42	991	1,9219	18095
15	84–90	35	10	1				46	16,15	976	0,0126	15384
16	90–96	45	14	2				61	21,29	941	-2,0758	18831
17	96–102	41	13	2				56	19,38	892	-3,5799	15426
18	102–108	41	14	2				57	19,76	847	-5,1561	14174
19	108–114	41	18	4	1			64	23,32	773	-7,3225	13956
20	114–120	31	16	5	1	1		54	21,27	698	-7,4108	10364
21	120–126	20	12	4	2	1		39	17,73	616	-6,4058	6718
22	126–132	10	6	2	1	1		20	10,82	553	-3,9980	3309
23	132–138	2	1					3	4,93	492	-1,8013	1194
24	138–144	1	1					2	3,99	438	-1,4109	764
25	144–150	1	1					2	3,73	397	-1,2829	589
26	150–156	1	1					2	5,08	388	-1,8005	765
27	156–162	2	1					3	5,28	421	-2,1102	934
28	162–168	2	1					3	4,51	414	-1,8261	773
29	168–174	3	2	1				6	5,06	400	-2,0143	810
30	174–180	3	2	1				6	4,65	406	-1,8870	765
	Всего	510	215	50	12	6		793	339,8		-4,8829	213096

*Второй этап.* На этом этапе проводились практические эксперименты по определению координатных характеристик разлета осколков при взрыве гранаты типа Ф-1 с использованием облегченного разборного стенда углового улавливания осколков (рис. 5), изготовленного по методу, запатентованному В.А. Одиновым [12].

Основные характеристики стенда:

- масса стенда — не более 400 кг;
- число панелей, улавливающих осколки, — 4 шт.;
- геометрические размеры одной панели — 1500 x 1500 мм;
- перехватываемый стендом экваториальный угол разлета осколков —  $\Delta\theta$ ,  $60^\circ$ ;
- ширина меридиональной угловой зоны разлета осколков  $\Delta\phi$  —  $6^\circ$ ;
- число меридиональных угловых зон — 30;

В ходе практического эксперимента было испытано 10 ручных осколочных гранат типа Ф-1. Зарегистрированный на видеокамеру процесс их взрыва представлен на рис. 6.

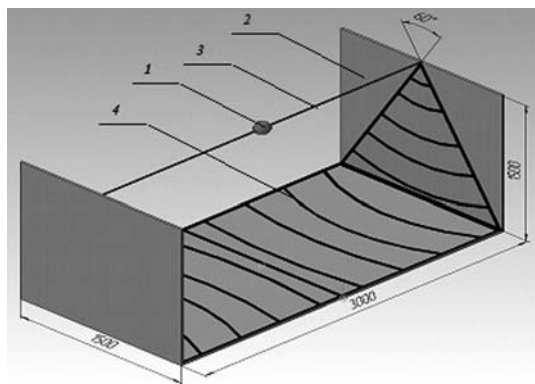


Рис. 5. Стенд углового улавливания осколков гранаты типа Ф-1:  
1 — граната; 2 — панели, улавливающие осколки; 3 — трос для удержания гранаты;  
4 — разметка на панелях границ угловых зон разлета осколков

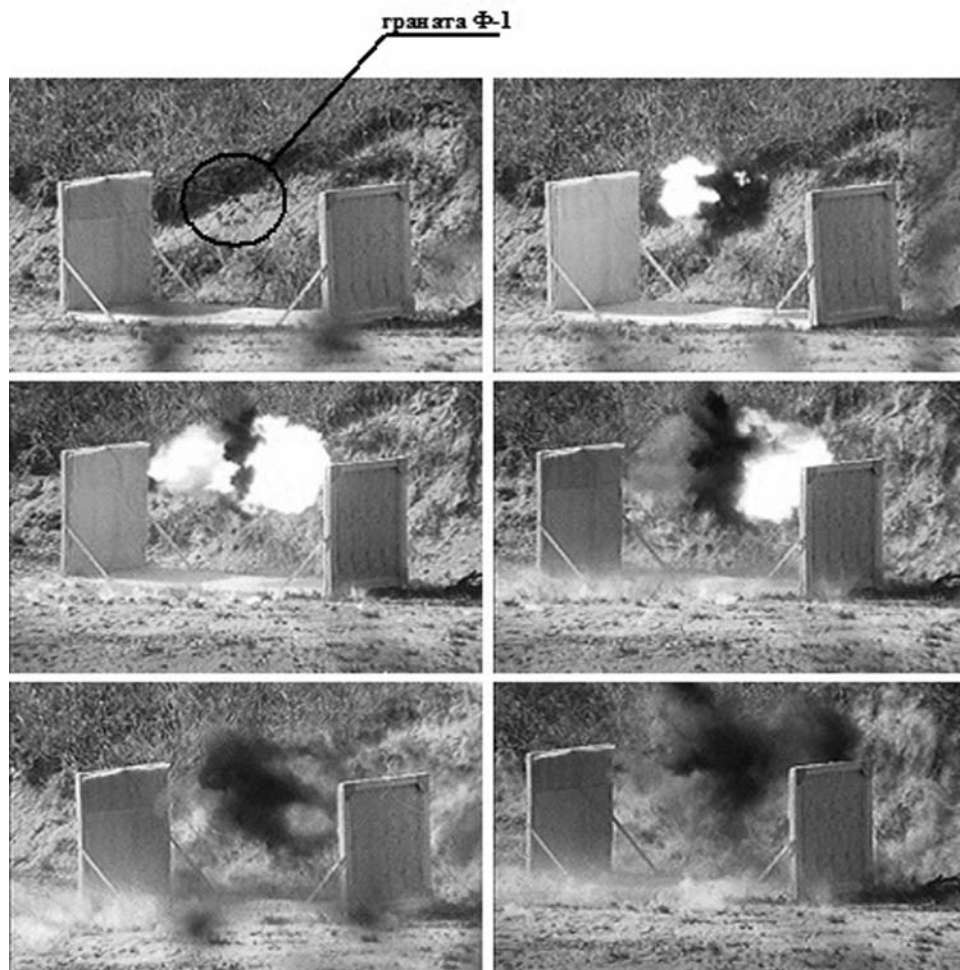


Рис. 6. Процесс взрыва гранаты типа Ф-1



В ходе проведения эксперимента после серии подрывов из 10 осколочных ручных гранат стенд сохранил свой вид, отсутствовало и сквозное пробивание улавливающего слоя панелей стенда. Полученные результаты эксперимента по пространственно-массовому распределению осколков согласуются с результатами компьютерного моделирования [13].

Представление информации об осколочном поле различных ВУ в табличном виде, как это сделано для гранаты типа Ф-1 (табл. 2), когда налицо полное представление о расположении осколков этой гранаты в окружающей обстановке, существенно упростит работу судебным экспертам по реконструкции ВУ. Исходя из этого, в судебной взрывотехнической экспертизе целесообразно ввести термин «топография осколков, фрагментов и следов» взрыва ВУ. Топография осколков, фрагментов и следов взрыва позволяет эксперту в ходе реконструкции ВУ определить месторасположение его частей и механизмов относительно заряда ВВ, а в определенных случаях и уточнить форму заряда и в целом геометрическую форму ВУ за счет заранее составленных специальных планкарт мест возможного обнаружения и сбора осколков.

На примере проведенного компьютерного и экспериментального моделирования процесса взрыва гранаты типа Ф-1 можно утверждать, что:

- планкарта мест возможного обнаружения и сбора осколков гранаты типа Ф-1 должна представлять двухсторонний сектор с углом  $60^\circ$  с центром, расположенным в месте взрыва, и два сектора, охватывающие торцы корпуса гранаты;
- наибольшее количество осколков располагается в зоне, перпендикулярной оси гранаты, что определяет направление биссектрисы сектора-карты в сторону максимальных повреждений обстановки места происшествия, а наименьшее — со стороны донной части.

Однако информация только о количестве осколков и направлении их разлета от места взрыва ВУ является недостаточной для оценки уровня его осколочной опасности. Например, по результатам проведенных исследований общее число осколков гранаты типа Ф-1 составляет 793 шт., в то время как согласно литературным данным количество эффективных осколков не превышает 300 шт. [2].

Для определения уровня поражающей способности осколочного поля гранаты типа Ф-1 (радиуса осколочного поражения) можно воспользоваться теорией убийных интервалов, описанной С.Г. Андреевым, Ю.А. Бабкиным, Ф.А. Баумом и другими [11].

Значение убийного интервала (расстояния от места взрыва, на котором осколок сохраняет значение своей полетной скорости выше убийной) рассчитывается по формуле 2:

$$I_{y\sigma} = \frac{1}{A} \cdot \ln \left( \frac{V_j}{V_{y\sigma}} \right), \quad (2)$$

где:  $A$  — баллистический коэффициент осколка,  $1/m$ , определяемый по формуле 3:

$$A = \frac{\rho_B \cdot C_X \cdot \Phi}{2 \cdot \gamma_0^{2/3} \cdot m^{1/3}}, \quad (3)$$

где:  $\rho_v$  — плотность воздуха,  $\rho_v = 1,26 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $C_x$  — коэффициент лобового сопротивления осколка,  $C_x = 1,21$ ;  
 $\Phi$  — параметр формы осколка ( $\Phi = 2$ );  
 $\gamma_0$  — плотность материала осколка,  $\gamma_0 = 7850 \text{ кг/м}^3$ ;  
 $m$  — масса осколка, г;  
 $V_{уб}$  — убойная скорость осколка, м/с, рассчитываемая по формуле 4:

$$V_{уб} = \frac{66 \cdot h_{дюр}^3 \cdot \Phi}{m^{1/3}}, \quad (4)$$

где:  $h_{дюр}^3$  — толщина эквивалентного дюралевого листа, мм.

В качестве цели рассматривался прямоугольный дюралевый лист толщиной  $h^3 = 3 \text{ мм}$ , высотой  $H = 1700 \text{ мм}$  с площадью  $S_c = 0,85 \text{ м}^2$  (такая цель является моделью человека в положении стоя, обращенного грудью в сторону ВУ).

Результаты расчета по указанным выше зависимостям указаны в табл. 3.

Таблица 3

**Значения убойных скорости ( $V_{уб}$ , м/с)  
и дальности ( $l_{уб}$ , м) полета осколков гранаты типа Ф-1**

№	φ, град	Массовая группа, г.					V <sub>j</sub> , м/с
		0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–0,75	0,75–1	1–1,5	
1	0–6			1,35	29,3	66,2	466
2	6–12	29,9	86	139,6	184	240	870
3	12–18						257
4	18–24						252
5	24–30						241
6	30–36						247
7	36–42						260
8	42–48						284
9	48–54		42,4	88	126	175,3	689
10	54–60	18,3	71	121,9	164,1	218,0	803
11	60–66	40	99	155,1	201,3	259,9	933
12	66–72	47,1	108,2	166	213,5	273,6	980
13	72–78	48,6	110,10	168,26	216,02	276,47	990
14	78–84	48,7	110,3	168,5	216,3	276,8	991
15	84–90	46,5	107,4	165,1	212,5	272,5	976
16	90–96	41,2	100,6	157,01	203,4	262,3	941
17	96–102	33,5	90,6	145,2	190,2	247,4	892
18	102–108	26	81	133,7	177,4	232,9	847
19	108–114	12,7	63,9	113,5	154,7	207,4	773

№	φ, град	Массовая группа, г.					V <sub>j</sub> , м/с
		0,1–0,25	0,25–0,5	0,5–0,75	0,75–1	1–1,5	
20	114–120		44,8	90,9	129,4	178,9	698
21	120–126		21,5	63,2	98,5	144,1	616
22	126–132		1,31	39,3	71,7	114	553
23	132–138			13,38	42,8	81,3	492
24	138–144				14	48,9	438
25	144–150					21,5	397
26	150–156					15,1	388
27	156–162				4,1	37,8	421
28	162–168					33,2	414
29	168–174					23,6	400
30	174–180					27,7	406
	V <sub>уб</sub> , м/с	708	549	463	414	368	

Данные табл. 3 подтверждают тот факт, что не все осколки являются эффективными. Например, в угловых зонах 3–8 нет осколков каких-либо массовых групп, так как их начальная скорость движения более чем 2 раза меньше убойной. В угловых зонах 25, 26, 28, 29 осколки только одной массовой группы — 1–1,5 г теоретически могут нанести цели некоторый ущерб, но, исходя из данных табл. 2, у гранаты типа Ф-1 в этих угловых зонах осколков данной массовой группы нет.

Кроме того, исходя из данных табл. 3, некоторые осколки имеют значение убойного интервала, превышающее 200 м. Такой результат согласуется с данными Инструкции по очистке местности от взрывоопасных предметов [1]. Но количество таких осколков очень мало. Если рассчитать вероятность их попадания в цель на таких расстояниях от места взрыва гранаты типа Ф-1, то она будет ничтожно малой. Однако в экспертной практике пренебрегать указанными свойствами осколков при условии применения гранат типа Ф-1 на открытой местности или в густонаселенных местах нельзя. Именно поэтому при обучении военнослужащих метанию гранат, по мнению Ф. Леонидова, необходим радиус оцепления, равный не менее 300 м. Аналогичный радиус указан и в Боевом уставе FM 3-23.30 вооруженных сил США [3; 4].

Таким образом, обработка данных о пространственно-массовом распределении осколков ВУ с использованием теории убойных интервалов позволяет определить не только долю или количество эффективных осколков, но и установить, в каких угловых зонах разлета и в каком количестве они находятся.

Кроме того, для полной оценки уровня опасности осколочного действия различных ВУ необходимо оперировать вероятностными критериями оценки, а именно вероятностью попадания осколка в цель и вероятностью поражения осколком цели в случае попадания в нее.

С этой целью были проведены расчеты по определению значения радиуса осколочного поражения указанной выше цели с двумя значениями вероятности ее поражения на уровне 0,2 и 0,7, то есть радиуса обычного и сплошного поражения.

Было использовано известное уравнение по определению значения вероятности поражения цели осколочным полем (координатный закон поражения).

$$G = 1 - e^{-\frac{N_i \cdot S_{ij}}{2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot (\cos \gamma_1 - \cos \gamma_2)}}, \quad (5)$$

где:  $N_i$  — число осколков  $i$ -ой массовой группы;  
 $\gamma_1, \gamma_2$  — значения границ углового сектора, в котором разлетаются осколки;  
 $R$  — радиус осколочного поражения, м.

Ввиду того, что в одном секторе разлета могут присутствовать осколки различных массовых групп, эффективность действия по цели такого потока осколков оценивалась по формуле обобщенного поражения:

$$p = 1 - (1 - p_1) \cdot (1 - p_2) \cdot \dots \cdot (1 - p_n), \quad (6)$$

где:  $p_1, p_2, p_n$  — вероятности поражения цели 1, 2 и  $n$ -ой массовой группой осколков.

Результаты проведенных расчетов представлены на рис. 7 в виде секторов на поверхности земли, в которых цель поражается с разной вероятностью.

Из рис. 7 видно, что учет вероятностных критериев оценки эффективности осколочного поражения ВУ приводит к тому, что значения радиусов осколочного поражения значительно меньше, чем 200 м. Такой результат согласуется с данными других авторов, указанных ранее. Даже значение данного радиуса, равное 5 м, как указывает В.В Матвейчук, тоже имеет право на жизнь, если рассматривать его не как среднее значение радиуса осколочного поражения по всем направлениям, а привязаться к какому-то конкретному сектору осколочного поражения [5].

Однако возможность поражения человека осколочным полем ручной гранаты типа Ф-1 зависит и от некоторых дополнительных условий их применения. Одним из таких существенных условий, повышающих или снижающих эффективность поражения осколочным полем, является расположение ВУ при взрыве на различных по прочности поверхностях.

В частности, взрыв ВУ на грунте увеличивает действие ударной волны в 1,6—1,8 раза, на бетоне и железобетоне почти в 2 раза. Поэтому радиус осколочного поражения в противоположной от поверхности стороне будет увеличиваться на величину коэффициента отраженного действия осколков  $K_{оск}$  (табл. 4).

Таким образом, с учетом значения коэффициента отраженного действия  $K_{оск}$  при взрыве ручной гранаты типа Ф-1 на железобетонной поверхности, радиус обычного осколочного поражения в тех же секторах увеличится уже до 50—60 м (что совпадает с мнением Ю.М. Дильдина и Ф. Леонидова), а радиус сплошного поражения достигнет 10—12 м, то есть эффективность поражения осколками при взрыве ВУ на жестких поверхностях повышается [2; 3]. Поэтому следует согласиться с Ф. Леонидовым во мнении, что ручные гранаты являются эффективным средством борьбы с противником в условиях ведения боя в городских условиях [3]

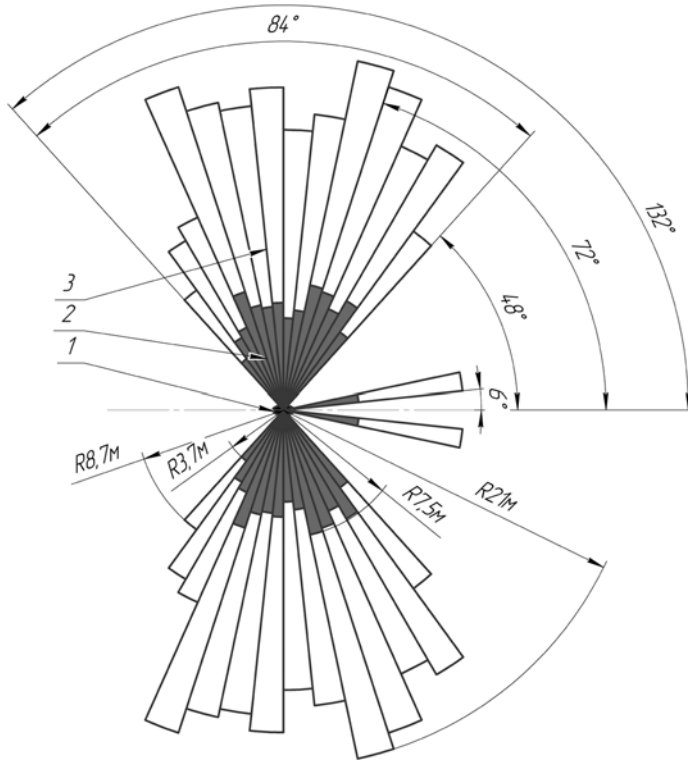


Рис. 7. Координатный закон поражения людей осколочным полем ручной гранаты типа Ф-1:  
 1 — граната типа Ф-1; 2 — зона поражения с вероятностью 0,7;  
 3 — зона поражения с вероятностью 0,2

Таблица 4

#### Значения коэффициента отраженного действия осколков $K_{оск}$

Тип подстилающей поверхности	Коэффициент отраженного действия осколков $K_{оск}$
Земля рыхлая	1,0–1,1
Растительный грунт	1,1–1,3
Земля твердая	1,2–1,4
Асфальтобетон	1,3–1,5
Бетон	1,4–1,6
Железобетон	1,5–1,7
Металл	1,5–1,8

В то же время при взрыве ВУ на относительно мягкой поверхности часть образовавшихся осколков не будет задействована в качестве поражающих элементов. Осколки, которые сформировались от полусферы корпуса гранаты, направленной в сторону рыхлой земли, поглощаются ею. Таким образом, часть осколков (до 30–40 %) не задействована в поражении цели, что приводит к

уменьшению вероятности осколочного поражения практически в 1,2—1,3 раза. В таких условиях радиус обычного поражения гранаты типа Ф-1 при взрыве на мягком грунте будет составлять до 20—30 м, что согласуется с данными, приведенными в Боевом уставе FM 3-23.30 вооруженных сил США [4].

Таким образом, указанные в специальной литературе на первый взгляд противоречивые сведения о поражающих возможностях некоторых промышленных осколочных ВУ на самом деле отвечают практике, подтвержденной результатам компьютерного и экспериментального моделирования процесса их взрыва, и являются приемлемыми для использования в конкретной обстановке при проведении судебной взрывотехнической экспертизы.

На основании изложенного выше можно сделать следующие выводы:

1. Для исключения в выводах судебного эксперта противоречивых данных об уровне осколочной опасности ВУ необходимо отказаться от понятия среднего радиуса осколочного поражения ВУ и отвечать на вопрос: на каком расстоянии и в каком направлении от места взрыва ВУ его осколочное поле может нанести ущерб интересующему следствие объекту с заданной вероятностью.

2. Метод компьютерного моделирования процесса взрыва осколочных ВУ на примере ручной гранаты типа Ф-1 показал, что использование судебным экспертом такого инструментария помогает создать планкарты мест вероятного обнаружения и сбора осколков, фрагментов и следов взрыва от применяемых в преступных целях широко распространенных промышленных и самодельных ВУ, позволяющие:

– воспроизвести окружающую обстановку до взрыва ВУ и более качественно провести осмотр места взрыва;

– существенно упростить и конкретизировать процесс реконструкции ВУ по топографии осколков, фрагментов и следов его взрыва;

– провести математические расчеты для научного обоснования причин отсутствия или наличия осколочного поражения людей и в целом спрогнозировать последствия взрыва промышленного или самодельного ВУ применительно к конкретной обстановке на месте его обнаружения.

### Список использованной литературы

1. *Инструкция* по очистке местности от взрывоопасных предметов : приказ Главного командующего Сухопутными войсками от 09.08.1974 № 55. — М. : Воениздат. МО СССР, 1975. — 80 с.

2. *Основы криминалистического исследования самодельных взрывных устройств* : учеб. пособ. / [Дильдин Ю.М., Мартынов В.В., Семенов А.Ю., Шмырев А.А.]. — М. : ВНКЦ МВД СССР, 1991. — 97 с.

3. *Леонидов Ф.* Подготовить гранаты / Ф. Леонидов // *Оружие*. — 1999. — № 8. — С. 60—65.

4. *Field Manual 3-23.30 Grenades and Pyrotechnic Signals* / Headquarters Department of the Army. — Washington, DC. — 1 September 2000. — 157 p.

5. *Матвейчук В.В.* Взрывное дело : учебно-практ. пособ. / В.В. Матвейчук. — М. : Академический проект, 2005. — 512 с.

6. *Сидоренко Ю.М.* Методика двумерного компьютерного моделирования процессов функционирования осколочно-фугасных боеприпасов / Ю.М. Сидоренко // *Артиллерийское стрелковое вооружение*. — 2005. — № 1. — С. 18—21.

7. *Одинцов В.А.* Моделирование процесса взрыва осколочно-фугасного снаряда с помощью двумерного гидрокода / *Одинцов В.А., Сидоренко Ю.М., Туберозов В.С.* // Оборонная техника. — 2000. — № 1–2. — С. 49–55.

8. *Численные методы в задачах физики взрыва и удара* : учеб. для вузов / [Бабкин А.В., Колпаков В.И., Охитин В.Н. и др.] ; под ред. В.В. Селиванова. — М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. — Т. 3. — 516 с.

9. *Одинцов В.А.* Гиперэкспоненциальные спектры взрывного разрушения металлических цилиндров / *В.А. Одинцов* // Известия Российской академии наук. Механика твердого тела. — М., 1992. — № 5. — С. 48–55.

10. *Одинцов В.А.* Статистические модели осколочных спектров артиллерийских снарядов / *В.А. Одинцов, Ю.М. Сидоренко* // Боеприпасы. — 2000. — № 3. — С. 53–58.

11. *Физика взрыва* : в 2 т. / [Андреев С.Г., Бабкин Ю.А., Баум Ф.А. и др.] ; под ред. Л.П. Орленко. — 3-е изд., перераб. — М. : ФИЗМАТЛИТ, 2002. — Т. 1. — 832 с.

12. Пат. 2131583 Российская Федерация, МКИ F42В 35/00. Способ испытания осколочного боеприпаса с круговым полем разлета осколков и стенд для его реализации / *В.А. Одинцов* ; заявитель и патентообладатель НИИ СМ МГТУ им. Н.Э. Баумана. — заявл. 05.04.96 ; опубл. 10.06.99.

13. *Компьютерное моделирование процесса взрыва осколочной гранаты Ф-1* / [Зарубин В.Н., Елисеев К.В., Сидоренко Ю.М. и др.] // Спецтехника и связь. — 2000. — С. 109–120.