

УДК: 623.4

DOI: 10.53816/20753608_2024_2_125

**ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ СРЕДСТВ
ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БРОНЕЗАЩИТЫ И ОЦЕНКИ ИХ СТОЙКОСТИ
К ВОЗДЕЙСТВИЮ СТРЕЛОВИДНЫХ ПОРАЖАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ
ШРАПНЕЛЬНЫХ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ БОЕПРИПАСОВ**

**PROBLEM ISSUES IN THE DEVELOPMENT OF INDIVIDUAL ARMOR
PROTECTION AND ASSESSMENT OF THEIR RESISTANCE
TO THE INFLUENCE OF BOOT-SHAPED STRIKING ELEMENTS
OF SHRAPNEL ARTILLERY AMMUNITION**

По представлению чл.-корр. РАН А.И. Михайлина

А.С. Пучков, А.И. Спивак, Р.А. Печеник, Ю.Е. Ланцов

АО «НПО Спецматериалов»

A.S. Puchkov, A.I. Spivak, R.A. Pechenik, Yu.E. Lantsov

Проведен анализ номенклатур шрапнельных артиллерийских снарядов, характеристик стреловидных поражающих элементов (СПЭ). Представлены результаты экспериментальных исследований взаимодействия СПЭ с защитными структурами. Обоснован перечень задач по разработке научно-методического аппарата задания и оценки требований к средствам индивидуальной бронезащиты, обеспечивающим защиту от СПЭ.

Ключевые слова: шрапнельный артиллерийский снаряд, стреловидный поражающий элемент, средство индивидуальной бронезащиты, стойкость к воздействию стреловидных поражающих элементов.

An analysis of the nomenclatures of shrapnel artillery shells and the characteristics of arrow-shaped striking elements (SPE) was carried out. The results of experimental studies of the interaction of XPE with protective structures are presented. The list of tasks for the development of a scientific and methodological apparatus for specifying and assessing the requirements for personal armor protection that provides protection against PPE is substantiated.

Keywords: shrapnel artillery shell, arrow-shaped striking element, personal armor protection, resistance to arrow-shaped striking elements.

Опыт проведения специальной военной операции показал, что несмотря на запрет международной конвенцией от 2008 года вооруженные силы Украины (ВСУ) широко используют шрапнельные артиллерийские снаряды. Так, в состав боекомплекта 155-мм французской самоходной артиллерийской установки CAESAR входят шрапнельные снаряды [1]. Вид 155-мм французской артиллерийской установки самоходной

CAESAR и разрыва ее шрапнельного снаряда представлен на рис. 1.

Кроме этого, в арсенале ВСУ имеются шрапнельные снаряды советского производства, которые ей достались после раздела вооружения СССР. При совершении провокации в городах Ирпень и Буча Киевской области мирное население было обстреляно шрапнельными снарядами, содержащими (СПЭ). Британские издания



а



б

Рис. 1. Вид 155-мм французской самоходной артиллерийской установки CAESAR (а) и разрыва шрапнельного артиллерийского снаряда (б)

опубликовали результаты судебно-медицинской экспертизы тел, в которых были обнаружены СПЭ [1]. Вид этих СПЭ представлен на рис. 2.

Эта версия британских изданий шла вразрез с официальной позицией Киева, который утверждал, что люди на улицах были казнены российскими военными с использованием огнестрельного оружия. Наличие таких СПЭ доказывает, что погибшие попали под обстрел шрапнельными снарядами. Причем стреляла именно украинская артиллерия [1].

Кроме этого, одной из наиболее перспективных сфер применения шрапнельных снарядов являются танковые орудия [2]. В условиях насыщения поля боя противотанковыми системами проблема обороны танка от них является чрезвычайно острой. В тенденциях развития танкового вооружения в последнее время наблюдается стремление к реализации принципа «бей равного», согласно которому основной задачей танка является борьба с танками противника как представляющими главную опасность, а защита его от противотанковых средств должна осуществляться сопровождающими боевыми

машинами пехоты, снабженными автоматическими пушками.

Следует отметить, что концепция, исходящая из представления о том, что главную угрозу для танка создает танк противника, не подтверждается опытом военных действий. Так, в ходе четвертой арабо-израильской войны 1973 года потери танков распределялись следующим образом: от действия ПТРК — 50%, от действий авиации, ручных противотанковых гранатометов, противотанковых мин — 28%, от огня танков — только 22 % [2].

Другая концепция, напротив, исходит из взглядов на танк как на автономную систему оружия, способную самостоятельно решать все боевые задачи, в том числе и задачу самообороны. Эта задача не может быть решена штатными осколочно-фугасными снарядами с ударными взрывателями по той причине, что при настильной стрельбе этими снарядами на осколочное поражение одиночных целей крайне неудовлетворительно согласуются плотность рассеивания точек падения снарядов и координатный закон поражения. Эллипс рассеивания, имеющий на дальности 2 км отношение больших осей примерно 50:1, вытянут в направлении стрельбы, тогда как зона поражения осколками располагается перпендикулярно этому направлению. В результате реализуется лишь очень небольшая площадь, где эллипс рассеивания и область поражения накладываются друг на друга. Следствием этого является низкая вероятность поражения одиночной цели одним выстрелом, по различным оценкам не превышающая 0,15...0,25 [2].

Выходом из положения явилось включение в боекомплект зарубежных танков шрапнельных



Рис. 2. Вид СПЭ, обнаруженных в телах жителей г. Буча

снарядов, которые обеспечили достаточную вероятность поражения живой силы противника.

Если закономерности взаимодействия осколочных и осколочно-фугасных снарядов с живой силой, в том числе использующей средства индивидуальной бронезащиты (СИБ), и легкобронированной техникой изучены [3, 4] и на этом основании выработаны основные принципы конструирования элементов СИБ и методология их испытаний на противоосколочную стойкость [5–7], то закономерности взаимодействия стреловидных поражающих элементов (СПЭ) с защитными структурами и биологическими объектами (их имитаторами) изучены недостаточно. В связи с этим отсутствуют результаты комплексных исследований по обоснованию облика и состава противоосколочных защитных структур, обеспечивающих защиту от СПЭ шрапнельных артиллерийских снарядов. Кроме этого, отсутствуют стандартизованные методики испытаний защитных структур на стойкость к воздействию как одиночных СПЭ, так и при групповом воздействии СПЭ.

Для обоснования методических подходов к заданию общих требований к СИБ по стойкости к воздействию СПЭ шрапнельных артиллерийских снарядов, конструированию полных защитных структур и экспериментальной оценке защитных свойств таких СИБ проведем анализ номенклатур шрапнельных артиллерийских снарядов, их устройства и принципа функционирования, а также массогабаритных и кинетических характеристик СПЭ.

Характеристики зарубежных шрапнельных артиллерийских снарядов, содержащих СПЭ, представлены в табл. 1.

Схема 105-мм снаряда APERS XM580E1 BEEHIVE представлена на рис. 3, вид снаряда к танковой пушке L7 — на рис. 4 [8].

Как следует из данных, представленных в табл. 1, в зарубежных шрапнельных снарядах применяются СПЭ массой 0,52 г и 0,85 г, вид которых представлен на рис. 5 [8].

За рубежом приняты схемы, в которых СПЭ в корпусе шрапнельных снарядов могут

Таблица 1

Характеристики зарубежных шрапнельных артиллерийских снарядов, содержащих СПЭ

№ п/п	Калибр, индекс снаряда, система	Государство	Масса снаряда, кг	Скорость снаряда, м/с	Масса вышибного заряда, кг	Количество СПЭ, шт.	Масса СПЭ, г
1	105-мм APER-S XM580E1 BEEHIVE	США	—	914–945	—	9000	0,52
2	152-мм снаряд M625 к танку M551 Sheridan	США	—	686	—	10000	0,85
3	105-мм M546 к гаубице M101	США	—	494	—	8000	0,52
4	90-мм XM580E1 к пушке M-41 танков M47/M48 Patton III	США	9,06	914	0,025	4100	0,52
5	90-мм Canister M377 к пушке M-41 танков M47/M48 Patton III	США	9,26	851–914	—	5600	0,52
6	105-мм APERS-T к танковой пушке L7 к танкам Centurion, Leopard 1, M60, Abrams, K1	Великобритания	—	1174	—	5000	—

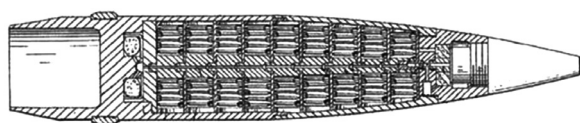


Рис. 3. Схема 105-мм снаряда APER-S XM580E1 «BEEHIVE» (США)

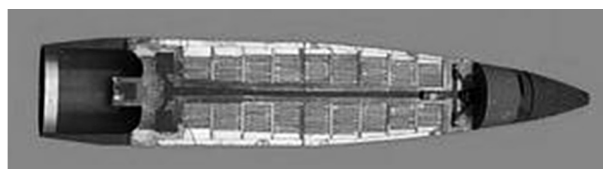


Рис. 4. Вид снаряда к танковой пушке



Рис. 5. Вид СПЭ к шрапнельным снарядам

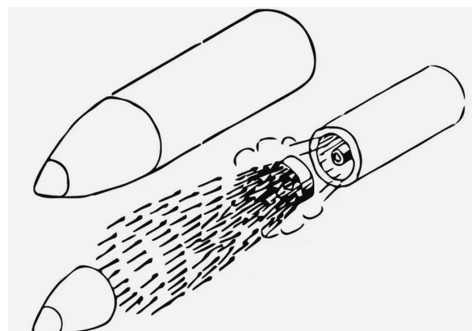


Рис. 6. Схема срабатывания снаряда, содержащего СПЭ

размещаться в виде моноблока или в виде компактных кассет. Моноблок представляет собой набор СПЭ, уложенных параллельно оси снаряда заостренной частью вперед. Для более плотной укладки может применяться также попеременная укладка заостренной частью вперед-назад. СПЭ в блоке залиты связующим веществом с пониженной адгезионной способностью, например воском [9].

У классического шрапнельного снаряда на заданной дистанции срабатывает механический дистанционный взрыватель и воспламеняется вышибной заряд. Газы, образующиеся при сгорании пороха вышибного заряда, создают давление, которое срезает резьбу привинтной головки, и под действием которого СПЭ выталкиваются с добавочной скоростью 150–200 м/с [9]. При увеличении скорости выброса СПЭ выше этих пределов за счет увеличения массы вышибного заряда и повышения энергетических характеристик пороха приводит к увеличению вероятности разрушения корпуса и к резкому увеличению деформирования СПЭ вследствие потери их продольной устойчивости, особенно в нижней части моноблока, где

наседающая нагрузка при выстреле достигает максимума. С целью предохранения СПЭ от деформации при выстреле в некоторых шрапнельных снарядах США (например, 105-мм снаряд M546 APERS-T) применяется многоярусная укладка СПЭ, при которой нагрузка от каждого яруса воспринимается диафрагмой, в свою очередь, опирающейся на уступы центральной трубки [9].

Под действием центробежных сил СПЭ разлетаются, образуя конус, и поражают открыто расположенную живую силу. Зона поражения шрапнельного снаряда к 105-мм танковой пушке L7 составляет 300×94 м [8].

Схема срабатывания классического шрапнельного снаряда, содержащего СПЭ, представлена на рис. 6.

Принцип действия 105-мм снаряда M546 APERS-T несколько отличается от принципа действия классического шрапнельного снаряда. Этот снаряд состоит из 8000 шт. СПЭ, расположенных упорядоченно в кассетах в пять ярусов. Вид кассеты с СПЭ представлен на рис. 7.

В состав шрапнельного снаряда входят также дистанционный взрыватель, детонаторы для

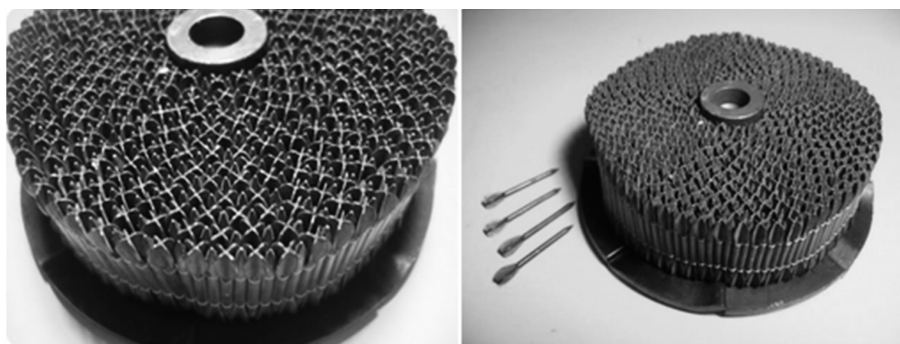


Рис. 7. Виды кассеты с СПЭ

разрушения корпуса, центральная импульсная трубка, вышибной заряд и трассирующий элемент. Снаряд функционирует следующим образом. При срабатывании взрывателя импульс передается по центральной трубке к детонаторам и передняя часть корпуса снаряда разделяется на четыре части. Корпус снаряда и первые четыре яруса СПЭ рассеиваются вращением снаряда, а пятый ярус рассеивается за счет вышибного заряда в конусе вдоль первоначальной траектории снаряда [10].

Анализ результатов, представленных в табл. 1, показывает, что скорости шрапнельных снарядов при стрельбе из артиллерийских орудий составляют до 500 м/с, а из танковых орудий — до 1200 м/с. С учетом дополнительной скорости, обусловленной срабатыванием вышибного заряда шрапнельного снаряда, скорости СПЭ увеличиваются и могут составлять до 1400 м/с. Как показали исследования, падение скорости СПЭ на траектории незначительное и на расстоянии 100 м составляет 114 м/с [10].

С целью определения проникающей способности СПЭ была проведена серия экспериментов по обстрелу щита из сухих досок СПЭ массой 0,85 г в диапазоне скоростей от 150 м/с до 500 м/с. В ходе эксперимента определялась глубина проникания СПЭ в доски. В результате обработки экспериментальных данных получены статистические модели зависимостей глубины проникания СПЭ в блок из сухих досок СПЭ от их скорости с использованием метода наименьших квадратов. При этом было рассмотрено несколько видов функций $y = f(x, a, b, \dots)$ и выбрана функция, для которой суммарная погрешность $\sum_{i=1}^n [f(x_i, a, b, \dots) - y_i]^2$ оказалась минимальной.

Вид статистических моделей зависимостей глубины проникания СПЭ в блок из сухих досок от скорости СПЭ представлен в табл. 2.

Полученная зависимость глубины проникания СПЭ в блок из сосновых досок от их скорости может найти практическое применение, например, для определения кинетических параметров СПЭ после пробития защитных структур с целью оценки энергетических затрат СПЭ на пробитие защитных структур конкретного состава, а также установления уровня воздействия на подстилающие биологические ткани (их имитаторы). Следует отметить, что баллистические характеристики СПЭ превосходят баллистические характеристики сферических поражающих элементов, поскольку последние быстро теряют скорость и убийные свойства. СПЭ характеризуются меньшим градиентом скорости вследствие большой поперечной нагрузки и сохраняют пробивную способность на значительном расстоянии от места срабатывания вышибного заряда шрапнельного снаряда.

Для оценки пробивной способности СПЭ при взаимодействии с защитными структурами была проведена серия экспериментов [11, 12]. Испытаниям подвергались следующие защитные структуры:

- типовая противоосколочная защитная структура бронеодежды, размещенная для обстрела на специальном цилиндрическом манекене, обитом в один слой 20 мм техническим войлоком по ГОСТ 6418-81;
- типовая тканево-полимерная защитная структура шлема, размещенная для обстрела на специальном деревянном манекене головы.

При испытаниях определялись факт пробития защитной структуры (выхода СПЭ за пределы защитной структуры) и глубина выхода СПЭ за пределы полной защитной структуры. Испытания проводились в диапазоне скоростей СПЭ от 175 м/с до 550 м/с.

При проведении испытаний на всех выстрелах были зафиксированы случаи пробития

Таблица 2

Вид статистических моделей зависимости глубины проникания СПЭ в блок из сухих досок от скорости СПЭ

№ п/п	Масса СПЭ, г	Вид статистической модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне-квадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			<i>a</i>	<i>b</i>			
1	0,85	$Y = a \cdot x^b$	0,103	1,13	1	0,01	0,9998

Примечание: область определения аргумента от 150 до 500 м

полных защитных структур (выход «носика» СПЭ за пределы защитных структур).

В результате обработки экспериментальных данных получены статистические модели зависимостей глубины выхода СПЭ из полной защитной структуры от скорости СПЭ при взаимодействии с защитной структурой с использованием метода наименьших квадратов. При этом было рассмотрено несколько видов функций $y = f(x, a, b, \dots)$ и выбрана функция, для которой суммарная погрешность $\sum_{i=1}^n [f(x_i, a, b, \dots) - y_i]^2$ оказалась минимальной.

Вид статистических моделей зависимостей глубины выхода СПЭ из полной защитной структуры от скорости СПЭ при взаимодействии с защитной структурой представлен в табл. 3.

С целью исследования закономерностей взаимодействия СПЭ массой 0,85 г с защитными структурами при скоростях 112...330 м/с была проведена серия экспериментов [12] с использованием типовой защитной бронеодежды, закрепленной на листе фанеры толщиной 30 мм.

Результаты испытаний представлены в табл. 4.

Анализ номенклатур шрапнельных артиллерийских снарядов, их устройства и принципа функционирования, а также кинетических характеристик СПЭ показал, что такие снаряды обладают значительным могуществом действия у цели.

Принимая во внимание значительное поражающее действие шрапнельных снарядов у цели, возникает необходимость разработки уточненного научно-методического аппарата для задания требований к СИБ, обеспечивающим защите от СПЭ, и оценки их защитных свойств.

При разработке общих технических требований к СИБ по стойкости к воздействию СПЭ шрапнельных артиллерийских снарядов, конструированию полных защитных структур в условиях информационной неопределенности [13] необходимо решить следующие частные задачи:

- разработать терминологический аппарат, описывающий процесс и результат взаимодействия СПЭ с СИБ;
- разработать классификатор СИБ по стойкости к воздействию СПЭ в зависимости от массы и скорости СПЭ;

Таблица 3

Вид статистических моделей зависимости глубины выхода СПЭ из полной защитной структуры от скорости СПЭ при взаимодействии с защитной структурой

№ п/п	Масса СПЭ, г	Вид статисти- ческой модели	Коэффициенты модели		Среднее отклонение, %	Средне- квадратическое отклонение	Коэффициент корреляции
			a	b			
Типовая противоосколочная защитная структура бронеодежды							
1	0,85	$Y = ax^b$	0,697	1,179	0	0,006	0,9998
Типовая защитная структура шлема							
2	0,85	$Y = a + bx^2$	-0,652	0,00033	4	0,600	0,9990

Примечание: область определения аргумента от 175 до 550 м/с

Таблица 4

Результаты взаимодействия СПЭ с типовой защитной структурой

№ п/п	Скорость СПЭ, м/с	Результат взаимодействия СПЭ с типовой защитной структурой
1	112	Частичное пробитие защитной структуры
2	153	Полное пробитие защитной структуры
3	220	Полное пробитие защитной структуры
4	265	Полное пробитие защитной структуры, СПЭ находится в фанере
5	330	Полное пробитие защитной структуры, «носик» СПЭ вышел из фанеры

- разработать классификатор СИБ по функциональному назначению;
- разработать классификатор СИБ по конструкционному исполнению;
- обосновать оценочный критерий стойкости СИБ к воздействию СПЭ;
- установить оценочные критерии уровней заброневого повреждения объекта защиты при различных величинах глубин внедрения СПЭ в него;
- разработать общие технические требования к СИБ, в том числе: требования назначения; требования по заброневого повреждения; требования по стойкости к внешним воздействиям; конструкционные требования; требования к материалам;
- разработать методические принципы обоснования состава защитных структур образцов СИБ исходя из необходимости минимизации поражающего воздействия на объект защиты (в том числе и заброневого воздействия) для каждого класса защитной структуры СИБ.

При разработке методологии проведения испытаний СИБ на стойкость к воздействию СПЭ необходимо решить следующие частные задачи:

- разработать уточненную принципиальную схему проведения испытаний;
- обосновать критерий поражения (пробития) СПЭ полной защитной структуры СИБ;
- разработать систему критериев для оценки результатов испытаний;
- обосновать перечень средств измерения, испытательного и вспомогательного оборудования;
- обосновать необходимый и достаточный перечень СПЭ для объективной оценки стойкости СИБ;
- обосновать объем испытаний для достоверной оценки стойкости СИБ к воздействию СПЭ;
- обосновать принципиальную схему метания СПЭ;
- обосновать принципиальную конструкцию средства метания СПЭ;
- обосновать конструкцию спецборки для проведения испытаний, состоящую из метаемого СПЭ, средства обтюрации и источника кинетической энергии;
- отработать способы метания СПЭ, обеспечивающие прямолинейное движение СПЭ на траектории;

- разработать поворотный стенд для размещения объекта испытаний (СИБ), обеспечивающий подход СПЭ к СИБ по нормали в случае переменной кривизны поверхности объекта испытаний (например, при испытаниях бронешлема);
- разработать ложемент (манекен) для размещения СИБ при проведении испытаний;
- обосновать состав и структуру запреградного материала в составе ложемента (манекена);
- разработать макет головы для размещения бронешлема при проведении испытаний;
- обосновать состав и структуру запреградного материала в составе макета головы;
- обосновать условия проведения испытаний (в том числе после воздействия климатических и других дестабилизирующих факторов);
- обосновать критерии зачетности взаимодействия СПЭ с образцом СИБ;
- обосновать алгоритм принятия решения относительно результатов испытаний.

Отдельным направлением исследований является разработка методических положений об оценке стойкости образца СИБ к групповому воздействию СПЭ в условиях, имитирующих срабатывание штатного шрапнельного артиллерийского снаряда на траектории.

В настоящее время принимаются успешные попытки решения отдельных частных задач из приведенного перечня. Известны результаты работ по взаимодействию СПЭ с образцами СИБ [12, 14]. В результате проведенных исследований был отработан один из возможных способов обеспечения стабилизированного прямолинейного движения СПЭ на траектории до взаимодействия с образцом СИБ, который показал свою достаточную эффективность. На рисунке 8 представлено движение СПЭ на траектории с отклонением от первоначального прямолинейного направления, на рисунке 9 представлено стабилизированное прямолинейное движение СПЭ на траектории [14].

Примером успешного решения другой частной задачи является внедрение аппаратно-программного комплекса анализа высокоскоростных процессов испытаний [14], включающего: высокоскоростную камеру; ноутбук с программным обеспечением; блок частотно-временного обеспечения и синхронизации; блок питания; световое обеспечение. Комплекс позволяет контролировать прямолинейность полета СПЭ;

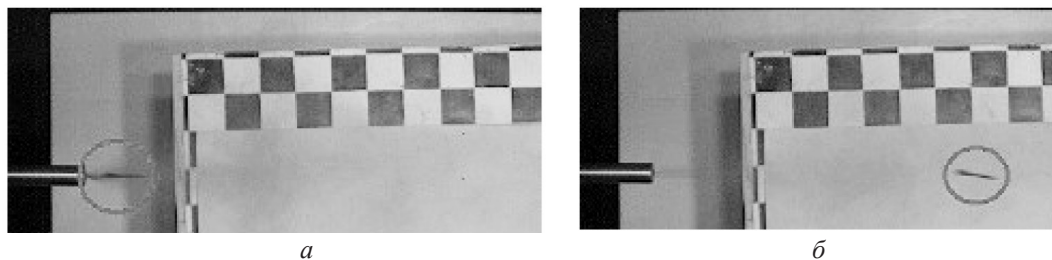


Рис. 8. Вид отклонения СПЭ (выделен окружностью) от прямолинейного направления (а) на траектории при проведении испытаний (б); а — момент вылета СПЭ из канала испытательной установки

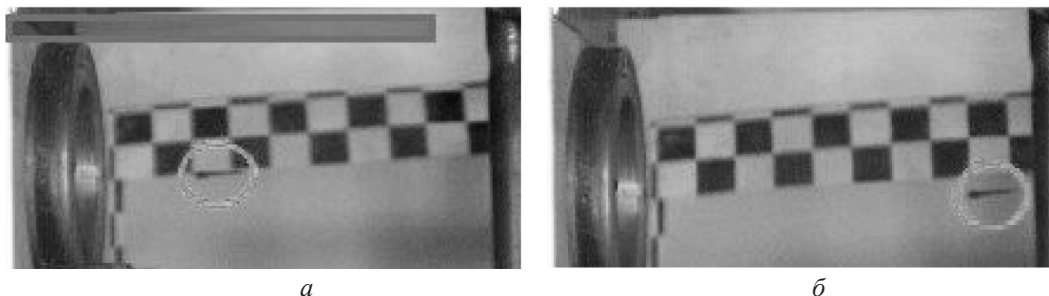


Рис. 9. Вид прямолинейного (стабилизированного) движения СПЭ (выделен окружностью) на траектории при проведении испытаний

начальную скорость СПЭ; скорость СПЭ в момент взаимодействия с образцом СИБ; угол от нормали взаимодействия СПЭ с образцом СИБ.

Однако, объем, перечень и сложность подлежащих решению задач определяют необходимость постановки и проведения комплексного исследования силами компетентных заинтересованных организаций, включающего

как разработку общих технических требований к СИБ по стойкости к воздействию СПЭ шрапнельных артиллерийских снарядов, конструированию полных защитных структур, так и разработку методологии проведения испытаний СИБ на стойкость к воздействию СПЭ.

Литература

1. Шрапнель и CAESAR: варварское оружие в руках Киева. <https://ren.tv/longread/1026260-shrapnel-i-caesar-varvaskoe-oruzhie-v-rukakh-kieva> (дата обращения: 12.02.24).

2. Шрапнель последствия. Шрапнель — что это такое? Влияние на развитие. URL: <https://welena.ru/accessories/shrapnel-posledstviya-shrapnel---chto-eto-takoe-kak-vyglyadit-shrapnel.html> (дата обращения: 12.02.24).

3. Байдак В.И., Блинов О.Ф., Знахурко В.А. и др. Концептуальные основы создания

средств индивидуальной защиты. Ч. 1. Бронежилеты. М.: Вооружение. Политика. Конверсия, 2003. 338 с.

4. Васильева С.Н., Денисов А.В., Гук И.В. Модель оценки поражения живой силы в средствах индивидуальной бронезащиты // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2022. № 5–6 (167–168). С. 76–84.

5. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Дмитриев В.Я. и др. К вопросу оценки противоосколочной стойкости защитных структур // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 1–2. С. 68–72.

6. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Дмитриев В.Я. и др. Экспериментальная оценка баллистических параметров высокоскоростных поражающих элементов в осколочном потоке большой плотности // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2016. № 7–8. С. 76–81.

7. Пучков А.С., Спивак А.И., Ланцов Ю.Е. Проблемные вопросы оценки противоосколочной стойкости защитных структур: сб. науч. тр. / Актуальные проблемы защиты и безопасности. Труды XVI Всероссийской научно-практической конференции. 2023. Т. 2. С. 49–50

8. Статья о шарпнели и картечи: URL: <https://guns.allzip.org/topic/42/72117.html?ysclid=lsbv7gbgba352450079> (дата обращения: 12.02.24).

9. Техника и вооружение. URL: http://www.razlib.ru/transport_i_aviacija/tehnika_i_vooruzhenie_1999_04/p8.php (дата обращения: 12.02.24).

10. FAS. M546 APERS-T 105-мм. URS: <https://man.fas.org/dod-101/sys/land/m546.htm> (дата обращения: 12.02.24).

11. Ведищев А.М. Испытания и анализ стойкости средств индивидуальной бронезащиты к воздействию поражающих элементов шрапнельных боеприпасов // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2010. № 7–8. С. 99–101.

12. Отчет об исследовании пробивной способности стреловидных поражающих элементов. СПб.: АО «НПО Спецматериалов», 2022. 18 с.

13. Васильев Н.Н., Спивак А.И., Пугачев А.Н. и др. Методологические проблемы информационной неопределенности при разработке средств индивидуальной бронезащиты // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2014. № 11–12. С. 11–16.

14. Гоян А.А., Цуриков С.Г., Денисов А.В. и др. Совершенствование оценки противоосколочной стойкости боевой экипировки военнослужащих // Артиллерийский журнал. 2023. № 2. С. 10–18.