

# ЗАРЯДЫ ДЛЯ НЕЯДЕРНОГО ОРУЖИЯ

О. В. СВИРСКИЙ, А. В. ГЛАДЦИНОВ, Р. С. ОСИПОВ

В конце 1980-х гг. ВНИИЭФ включился в ряд разработок боевых частей для обычных (неядерных) систем вооружений. Инициативу проявляли традиционные разработчики таких систем, особенно когда они сталкивались с казавшимся бы непреодолимыми трудностями, или ставили целью существенное повышение поражающего действия разрабатываемых боеприпасов.

Уверенность заказчиков в потенциале ВНИИЭФ основывалась, прежде всего, на его высоком авторитете среди предприятий оборонно-промышленного комплекса СССР, известных широких возможностях его расчетно-теоретической и экспериментальной базы. Проведение новых работ получило поддержку и у руководства ВНИИЭФ, справедливо уверенного в том, что разработка практически любого обычного боеприпаса не может быть сложнее разработки ядерного заряда, а, следовательно, поставленные практические задачи являются технически выполнимыми.

Но полностью скопировать отработанные технологии разработки ядерных зарядов и перенести их на разработки неядерных все же оказалось невозможным по ряду причин (меньшее финансирование, недостаточная заинтересованность ряда руководителей). С другой стороны, это открыло счастливую возможность создания неформальных творческих отношений в небольших коллективах газодинамиков, конструкторов, теоретиков и математиков, объединившихся вокруг наиболее активных энтузиастов. В качестве таких первопроходцев необходимо назвать Роберта Степановича Осипова и Александра Максимовича Исакова (ИФВ), Станислава Алексеевича Климова (КБ-1) и Юрия Трифоновича Кравченко (КБ-2).

В ИФВ вскоре сформировались 3 основных направления исследований. Кумулятивные заря-

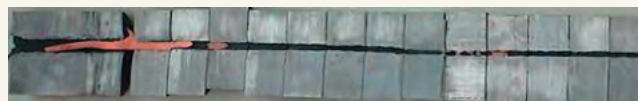


Рис. 1. Разрез бронепреграды, пробитой кумулятивной струей

ды — две группы под руководством А. М. Исакова (позднее Валерия Викторовича Шутова) и Леонида Владимировича Васильева (позднее Олега Владиславовича Свироского). Осколочно-фугасные заряды — под руководством Александра Васильевича Гладцинова. Снарядоформирующие заряды — под руководством Р. С. Осипова.

Естественно, что на первых этапах исследований использовались традиционные для ВНИИЭФ методические подходы, ориентированные на прецизионное управление динамикой взрывных процессов и их всестороннюю диагностику, и имеющаяся экспериментальная база. Но, как выяснилось позднее, потребовалась все же их существенная доработка и адаптация применительно к новым задачам.

**Заряды для кумулятивных боеприпасов.** Современные кумулятивные заряды обладают огромной проникающей способностью и могут пробить насквозь преграду из броневой стали толщиной порядка 10 калибров заряда (рис. 1). Металлическая кумулятивная струя представляет собой непрерывно изменяющийся объект, последовательно проходящий стадии формирования, инерционного удлинения, разрыва на отдельные соосно летящие фрагменты, и собственно бронепробития. Для регистрации состояния струи на каждом этапе требуются различные экспериментальные методики.

Одним из основных методов исследования практически всех этапов кумулятивного взрыва является импульсное рентгенографирование (рис. 2). В наших исследованиях применяются



Рис. 2. Рентгенограммы кумулятивной струи на два момента времени, полученные в одном эксперименте (установка «2 Эридан-3»)

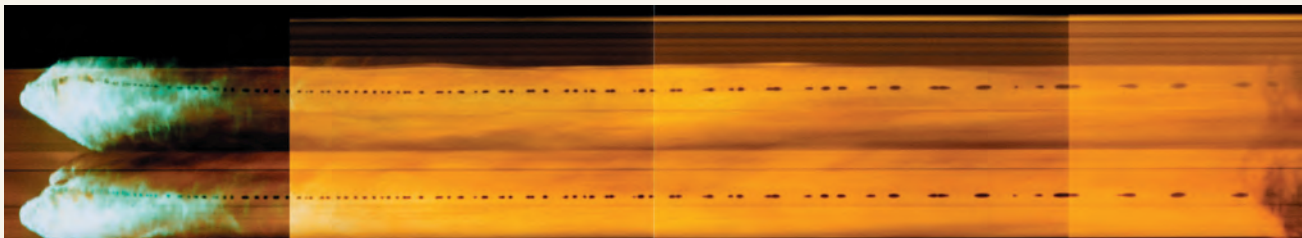


Рис. 3. Снимок фрагментированной кумулятивной струи, полученный ортогональным синхробаллистическим методом

уникальные импульсные рентгенографические установки разработки ВНИИЭФ («2 Эридан-3», БИМ-234, «Страус-Р»).

Для исследования поведения кумулятивной струи на этапах завершения удлинения и фрагментации на отдельные элементы наиболее информативным оказался метод синхробаллистической фоторегистрации, аналогом которого является метод «фотофиниша», широко применяемый для определения победителей в спортивных соревнованиях. Он позволяет получать более четкие контурные изображения элементов по сравнению с рентгеносъемкой и не имеет ограничений по продольному размеру регистрируемого объекта. Оригинальный вариант этого экспериментального метода был разработан и внедрен в практику исследования кумулятивных зарядов усилиями Л. В. Васильева, О. В. Свицкого, А. И. Нечаева, В. А. Крутякова.

Существенным преимуществом нашего варианта синхробаллистического метода является возможность ортогональной съемки (в двух взаимно-перпендикулярных плоскостях с использованием перископа, рис. 3). Это позволяет регистрировать параметры не только поступательного, но и радиального движения элементов, что особенно важно для итоговой оценки точности работы кумулятивного заряда в целом. Скорости радиального движения (дрейфа) элементов струи не превышают нескольких единиц и десятков м/с, что более чем на два порядка меньше, чем скорости поступательного движения струи (несколько км/с). Однако и те, и другие успешно регистрируются в одном эксперименте.



Рис. 4. Противотанковая ракета «Атака» с боевой частью разработки ВНИИЭФ

В 1994 г. был передан в серийное производство первый неядерный боеприпас, разработанный во ВНИИЭФ, кумулятивная боевая часть для ПТУР «Атака» комплекса «Штурм» (рис. 4). Позднее разработаны и также переданы в серийное производство боевая часть для комплекса «Хризантема», кумулятивно-осколочный боевой элемент для снаряда РСЗО, завершена разработка боевой части для комплекса «Спринтер». В настоящее время успешно проводятся работы по модернизации (повышению могущества) этих изделий.

Определяющий творческий вклад в разработку и исследования кумулятивных боевых частей внесли: Л. В. Васильев, О. В. Свицкий, М. А. Власова, В. В. Шутков, А. М. Исаков, В. А. Котов, А. И. Нечаев, И. Ж. Баранов, Л. В. Фомичева, Л. А. Андриевских (ИФВ); С. А. Климов, И. Н. Кирюшкин, В. М. Скляр, Б. М. Жаворонков, А. В. Бахарев (КБ-1); Н. П. Ковалев, Т. А. Торопова, Ю. Н. Дерюгин, В. Ю. Мельцас, Е. М. Рабинович, В. В. Бурцев (ИТМФ).

**Заряды для осколочно-фугасных боеприпасов.** При разработке многофункциональных осколочных и осколочно-фугасных боевых частей, адаптирующихся к типу цели и условиям поражения, в ИФВ применяются экспериментальные методики, обеспечивающие измерение детальных характеристик боеприпасов, необходимых для прогнозирования и подтверждения эффективности применения комплексов вооружения. Испытания проводятся с применением современной импульсной рентгенографической техники, регистрирующей осколочные поля большой площади, датчиков импульсного давления, щитовых мишеней и ловушек с тормозящей средой. Рентгенографический комплекс ИФВ позволяет проводить регистрацию осколочных полей с максимальным размером изображения до 100 м<sup>2</sup> и массой ВВ в опыте до нескольких десятков килограммов тротила, и по этим параметрам является уникальным для России. Некоторые примеры регистрации осколочных

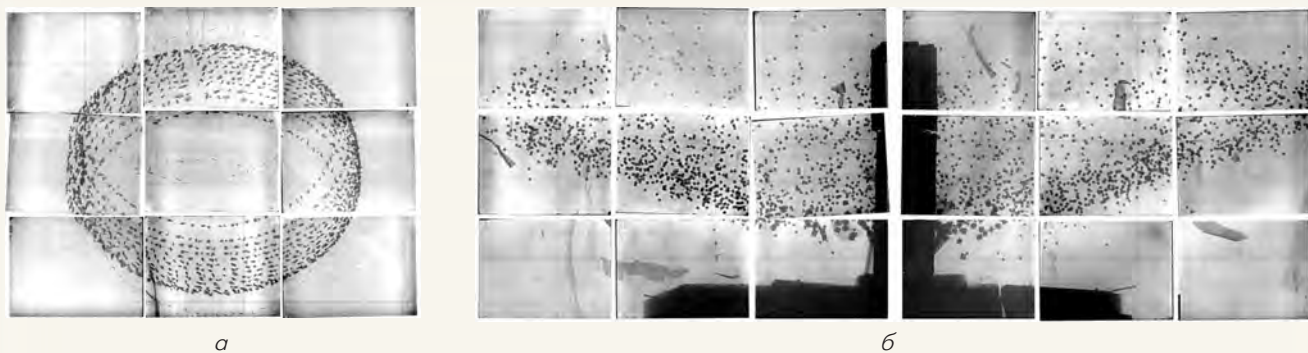


Рис. 5. Рентгенограммы осколочных полей различного назначения: круговое (а), типа «Завеса» (б)

полей для зарядов различного назначения приведены на рис. 5.

В качестве основных направлений совершенствования осколочно-фугасных боевых частей для ракет комплексов ПВО рассматриваются различные способы повышения их частных и эксплуатационных характеристик. Повышение эксплуатационных характеристик достигается за счет применения более стойких взрывчатых составов. Повышение частных характеристик зарядов достигается за счет реализации в конструкции зарядов: направленного разгона осколочных элементов для повышения их энергии более чем в 2 раза; управления угловой шириной осколочного поля для изменения плотности потока осколочных элементов; формирования осколочных элементов с заданными характеристиками из сплошных корпусов, что повышает отбор энергии от разрывного заряда; реализации «мягкого» разгона осколочных элементов для обеспечения их сохранности.

При отработке боевых частей с направленным разлетом и управлением массой осколков для оценки эффективности поражения цели необходимо измерять кинетические характеристики всех осколочных элементов. В ИФВ (авторы — А. А. Демидов, А. Д. Ковтун, А. В. Гладцинов) разработана схема постановки рентгенографического опыта, которая позволяет получить аксонометрическое изображение всего осколочного поля и тем самым увидеть его «объемную форму». Существенным моментом является возможность

определить пространственные и кинетические характеристики всех осколочных элементов по результатам одного испытания.

Исследования сопровождаются численным моделированием процессов детонации ВВ, импульсного нагружения материала осколочно-корпуса, разгона и баллистики осколочных элементов. Найденные технические решения способны при реализации существенно повысить боевые характеристики ряда отечественных комплексов ПВО. Частично они реализованы в конструкции принятой на вооружение боевой части для переносного зенитного ракетного комплекса «Игла».

Определяющий творческий вклад в развитие направления осколочно-фугасных боеприпасов внесли: А. В. Гладцинов, В. И. Шугов, В. А. Губачев, М. Л. Васильев, М. А. Власова, М. И. Коротков (ИФВ); Б. М. Жаворонков, А. В. Бахарев (КБ-1).

**Заряды для снарядоформирующих боеприпасов.** Снарядоформирующие заряды являются разновидностью кумулятивных зарядов. Первоначально даже сам поражающий элемент, формируемый таким зарядом, называли малоградиентной кумулятивной струей. Основное отличие такого элемента от кумулятивной струи состоит в форме и состоянии поражающего элемента. Поражающий элемент по сравнению с кумулятивной струей остается компактным, и для большинства случаев его применения материал находится в твердом состоянии. Кроме того, в



Рис. 6. Расчетное формирование поражающих элементов: слева — компактный, справа — удлиненный

отличие от кумулятивных зарядов, в формирование такого элемента вовлекается весь материал оболочки. Поражающие элементы могут поражать цели с расстояний в сотни метров и характеризуются увеличенными поперечными размерами разрушений, так как они более массивны, легче преодолевают динамическую защиту цели и практически неуязвимы для средств активной защиты

Снарядоформирующие заряды обычно изготавливаются в виде цилиндрического заряда ВВ в корпусе, на торце которого устанавливается слабо вогнутая разнотолщинная металлическая пластинка. Формирование поражающего элемента из оболочки происходит в процессе взрывного обжатия. Давление обжатия существенно выше сил прочности материала оболочки, и это приводит к кратковременному переходу его в пластическое состояние. В зависимости от разнотолщинности, кривизны, различных углов подхода детонационной волны к наружной поверхности формируются компактные (шар в идеале) или удлиненные поражающие элементы (рис. 6).

Значительное место в разработке таких зарядов занимают экспериментальные работы с целью адаптации численных методов формирования поражающих элементов, определения параметров поражающих элементов на различных расстояниях, подтверждения их боевых характеристик в условиях, заданных в ТЗ, приемодаточные испытания в процессе производства.

Для этих целей в ИФВ создана экспериментальная трасса длиной 200 м. Комплекс приборного оборудования и приспособлений трассы позволяют использовать различные измерительные методики: двухракурсную рентгеновскую методику, фиксирующую процессы формирования поражающих элементов, их формы и пространственные положения на различных участках траектории; радиолокационную методику непрерывных измерений скорости поражающих элементов на траектории с помощью портативных радиолокационных установок с длиной волны 2,7 см; методику регистрации процесса полета и соударения элементов с преградой с помощью высокоскоростных цветных цифровых видеоустановок VS-Fast со скоростью развертки до 2000 кадр./с; бесконтактную оптическую методику измерения скорости и положения поражающих элементов на траектории с помощью инфракрасных детекторов, позволяющую, кроме этого, получать синхроимпульсы для запуска аппаратуры рентгеновских методик.



Рис. 7. Расчетная и экспериментальные рентгенограммы



Рис. 8. Поражение бронепреграды (слева) и запреградного щита (справа)

На рис. 7 приведены расчетная (слева) и две экспериментальные (справа) рентгенограммы медного поражающего элемента. Экспериментальные снимки получены в двух ортогональных проекциях.

На рис. 8 приведены фотографии бронеплиты толщиной 50 мм и запреградного стального щита, расположенного на расстоянии 1 м за броней, пробитых таким поражающим элементом с дистанции 100 м.

Снарядоформирующие заряды нашли широкое применение для поражения бронетанковой техники с ее верхней, наименее защищенной, проекции. Значительные успехи достигнуты во ВНИИЭФ при разработке зарядов «Гном» и «Ураган» для снарядов реактивных систем залпового огня. За счет новых научно-технических решений удалось примерно в 1,5 раза увеличить отбор энергии от продуктов взрыва, обеспечить высокую точность попадания и бронепробивную способность на уровне лучших зарубежных аналогов.

Определяющий вклад в развитие направления снарядоформирующих зарядов внесли: Г. В. Горбенко, Н. П. Ковалев, Д. С. Борисенко (ИТМФ); Р. С. Осипов, А. И. Паленов, В. И. Шутов, В. А. Цыганов., Ю. Н. Чикин (ИФВ); Б. М. Жаворонков, И. И. Цыгунька (КБ-1).

**СВИРСКИЙ Олег Владиславович** —  
зам. директора ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ,  
лауреат Государственной премии РФ

**ГЛАДИНОВ Александр Васильевич** —  
начальник сектора ИФВ РФЯЦ-ВНИИЭФ,  
лауреат Государственной премии РФ

**ОСИПОВ Роберт Степанович** —  
ведущий научный сотрудник ИФВ РФЯЦ-  
ВНИИЭФ, кандидат физ.-мат. наук, лауреат  
Государственной премии РФ