

УДК: 623.45

## НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ БОЕПРИПАСОВ И ВЫСТРЕЛОВ. ЧАСТЬ I

### SOME PROMISING AREAS DEVELOPMENT OF AMMUNITION AND SHOTS. PART I

Академик РАРАН В.М. Буренок<sup>1</sup>, академик РАРАН О.Т. Чижевский<sup>2</sup>, К.М. Иванов<sup>3</sup>,  
чл.-корр. РАРАН Б.Э. Кэрт<sup>3</sup>, Е.А. Знаменский<sup>3</sup>, В.А. Чубасов<sup>4</sup>

<sup>1</sup>РАРАН, <sup>2</sup>АО «НПО «Прибор», <sup>3</sup>БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, <sup>4</sup>МВАртА

*V.M. Burenok, O.T. Chigevsky, K.M. Ivanov, B.E. Kert, E.A. Znamensky, V.A. Chubasov*

На основе публикаций последних лет проанализированы перспективные направления развития артиллерийских боеприпасов и выстрелов.

**Ключевые слова:** артиллерийский выстрел, боеприпас, снаряд, калибр, баллистика, дальность, точность, кучность, осколочность, фугасность, бронепробитие, скорость, кумулятивный снаряд, подкалиберный снаряд, телескопический выстрел, поражающие элементы, реакционно-способные материалы.

Based on the publications of recent years, the perspective directions of the development of artillery ammunition and shots are analyzed.

**Keywords:** artillery shot, ammunition, projectile, caliber, ballistics, range, accuracy, fragmentation, high explosive, armor penetration, speed, cumulative projectile, sub-caliber projectile, telescopic shot, striking elements, reactive materials.

#### Введение

Развитие средств поражения и боеприпасов, как основных материальных средств ведения военных действий, является приоритетным направлением деятельности РАРАН [1]. Вопросы развития боеприпасов отнесены к сфере деятельности 8-го научного отделения РАРАН.

Под эгидой и при поддержке РАРАН проводится несколько Всероссийских научных конференций, основным содержанием которых является научно-техническое обеспечение развития средств поражения и боеприпасов и ракетно-артиллерийских вооружений (РАВ) в целом. В частности, в БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в последние два десятилетия проводятся Всероссийские научно-технические конференции

«Ракетно-артиллерийское вооружение Российской Федерации» («ВНТК РАВ РФ») по нечетным годам и «Фундаментальные основы баллистического проектирования» («ВНТК ФОБП») по четным годам. Выпускаются труды и материалы докладов указанных конференций. В общей сложности выпущено более 30 томов материалов докладов и трудов. В конференциях принимают участие сотрудники более чем 60-ти предприятий и организаций РФ, являющихся ассоциированными членами РАРАН или принимающих участие в научно-техническом обеспечении разработки и производства боеприпасов и РАВ в целом. Сюда входят ведущие институты МО РФ, ВУЗы и Военные академии, Институты РАН, профильные НПО, испытательные полигоны и производственные

предприятия. Анализ материалов докладов на указанных конференциях позволяет судить о состоянии и возможных перспективах развития рассматриваемых систем вооружения, а также о состоянии и возможностях существующих научных школ в указанной области. Приведенный анализ базируется, в основном, на материалах указанных конференций, а также на материалах конференций Волжского регионального центра РАРАН «Современные методы проектирования и отработки ракетно-артиллерийского вооружения» (ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ») и ряда других.

### Актуальность темы

Сегодня образцы РАВ продолжают играть важную роль в системе вооружения сухопутных войск. В различных конфликтах на их долю приходится от 50 до 70 процентов решаемых огневых задач. В этой связи особое внимание уделяется развитию боеприпасов РАВ, удовлетворяющих современным требованиям к данному виду вооружения. Средства ближнего боя и стрелковое оружие также имеет большие перспективы в локальных военных конфликтах и решении специальных задач.

Основные причины развития ракетно-артиллерийского оружия и боеприпасов состоят в следующем:

– простота и относительная дешевизна артиллерийских боеприпасов по сравнению с ракетным оружием;

– возможность применения в любых погодных условиях, в любое время суток, а также в условиях отсутствия четкого целеуказания. Данные свойства артиллерии обеспечивают ее выживание в составе рода войск и должны сохраниться в дальнейшем.

Важнейшую роль в развитии ракетно-артиллерийского вооружения играет совершенствование боеприпасов.

На современном этапе развития средств вооружений применительно к боеприпасам возникают две основные задачи:

1. Повышение тактико-технических и эксплуатационных характеристик патронов стрелкового оружия и артиллерийских боеприпасов. К числу основных ТТХ следует отнести дальность, кучность, эффективность действия у цели;

2. Снижение себестоимости серийного производства боеприпасов за счет повышения технологичности конструкции и оптимизации производственных ресурсов.

Решение указанных задач должно выполняться в условиях гибкости производства и минимизации ресурсов при повышении гарантий качества.

Первая задача может быть решена либо за счет кардинальных решений по применению новых принципов действия снарядов, применению новых материалов и технологий, либо за счет оптимизации основного калибра. Так в настоящий момент, например, рассматривается возможность создания и широкого использования боеприпасов 57-мм калибра для повышения эффективности малокалиберной автоматической артиллерии.

Снижение себестоимости серийного производства снарядов связано как с оптимизацией их конструктивно-технологических параметров, так и оптимизацией производственных ресурсов при обеспечении высокого качества изделий и уменьшении затрат. Значительную роль в снижении затрат могут играть новые технологии и материалы.

### Общие тенденции развития ракетно-артиллерийского вооружения, средств ближнего боя и боеприпасов

Рассмотрим основные тенденции развития артиллерийских боеприпасов и современные требования к ним.

Для артиллерии среднего калибра основные требования сводятся к увеличению маневренности и боевой производительности комплексов. Достигается выполнение этих требований путем увеличения дальности и точности стрельбы, могущества боеприпасов, совершенствования подсистем разведки и управления артиллерийскими подразделениями и др.

Повышение дальности стрельбы благодаря улучшению аэродинамической формы боеприпасов и повышению их начальной скорости не позволяет выйти на качественно новый уровень боевых характеристик. Вместе с тем, работы по созданию новых порохов и ракетных топлив позволят повысить стабильность баллистических характеристик и улучшить эксплуатационные показатели вооружения.

Из естественных ограничений на массогабаритные характеристики артиллерийских систем и величину дульного давления следует необходимое условие увеличения начальной скорости снарядов — повышение наибольшего давления в канале ствола артиллерийских орудий. Рост наибольшего давления, в свою очередь, сдерживается требованиями по живучести артиллерийских стволов. В этой области приоритетным направлением исследований является создание новых материалов для изготовления артиллерийских стволов и боеприпасов с заданными свойствами, а также промышленных технологий их получения, обработки и контроля качества.

Существенного повышения дальности стрельбы можно достичь путем создания боеприпасов с энергосиловыми установками, в том числе комбинированными, и использования планирования на некотором участке траектории. Вполне очевидно, что при радикальном повышении дальности стрельбы боеприпасу необходима система управления, способная обеспечить необходимую точность попадания, поскольку наличие энергосиловой установки и самой системы управления сокращает объем и могущество действия боевой части.

Дальнобойный высокоточный артиллерийский снаряд, имеющий энергосиловую установку, представляет собой ракету с активным (минометным) стартом. В этой связи представляется целесообразным исследовать перспективы создания комбинированного ракетно-артиллерийского комплекса с оптимальной баллистикой, предназначенного для использования, прежде всего, высокоточных далекобойных боеприпасов, свободного от ограничений, связанных с существующими ракетными и артиллерийскими комплексами.

Условием эффективного применения артиллерии является наличие сетей сбора, обработки и передачи информации об объектах поражения. Особое внимание должно быть уделено системам разведки и целеуказания, поскольку огневые удары могут наноситься только по разведанным целям. В этой связи, перспективным является создание артиллерийских боеприпасов доразведки, пристрелки и контроля результатов огневого поражения. Такой боеприпас должен обеспечить уточнение расположения элементарных целей в составе групповой, пристрелку

и корректировку огня (при применении боеприпасов обычной точности), контроль результатов огневого воздействия и др.

Задача разведки целей может выполняться также инженерными боеприпасами (информационные мины), в том числе дистанционно устанавливаемыми.

Ключевым, возможно единственным, преимуществом артиллерии перед ракетным оружием является ее сравнительная простота, всепогодность и всесуточность применения, в том числе без четкого целеуказания.

Сохранение данного свойства артиллерии, обеспечивается созданием надежных конструктивно простых и не дорогих боеприпасов повышенной эффективности. Проектирование подобных боеприпасов рационально вести с максимальным использованием модульного принципа компоновки, при котором одна боевая часть может дополняться различным сочетанием головных и донных модулей: донным газогенератором, многорежимным взрывателем, модулем коррекции траектории, придающим обычному артиллерийскому снаряду свойства боеприпаса повышенной точности (донный, либо головной блок коррекции). Такие модули должны устанавливаться при приведении боеприпаса в окончательно снаряженный вид на базах-арсеналах, либо в войсках.

В условиях ведения масштабных боевых действий войска нуждаются в большом количестве боеприпасов, а их производство является наиболее ресурсоемким и опасным из всех производств. В этой связи перспективным является создание гибких переналаживаемых производственных линий, работающих с минимальным вмешательством человека.

Немаловажным аспектом эксплуатации боеприпасов является их безопасность, которая должна обеспечиваться, прежде всего, специальной тарой, а после погрузки на носитель вооружения, системами носителя.

В малом калибре наметилось отступление от унифицированного баллистического решения, предложенного в конструкции 30-мм шестиствольного зенитного автомата АО-18К (6К30ГШ, «Каштан»). В этой связи необходим поиск рациональной номенклатуры калибров и баллистических решений для задач ВМФ, ВВС и СВ.

Для борьбы с танкоопасной живой силой необходимо более широкое внедрение в малокалиберных боеприпасах систем дистанционно-управляемого подрыва, а в комплексах артиллерийского вооружения автоматических пушек с селективной системой питания, предусматривающей использование 4–5 типов выстрелов.

Для борьбы с легкобронированной техникой противника необходима разработка малокалиберных бронебойных снарядов, отвечающих рациональным требованиям по бронепробиваемости, выработанным с учетом частоты проявления защищенных целей, условий ведения боя и возможности использования для их поражения других средств из состава комплекса вооружения боевой машины.

Новой задачей для боеприпасов малого калибра является поражение беспилотных средств нападения: воздушных, наземных и морских, включая атакующие под поверхностью воды.

Можно отметить, что ударные роботизированные комплексы должны иметь оружие и боеприпасы, при проектировании которых следует отказаться от принципа антропоцентризма, являющегося основным при разработке вооружений, используемых человеком. Сохранение этого принципа возможно только в системах, для которых допускается применение, как в составе роботизированного комплекса, так и человеком-оператором.

Среди инженерных боеприпасов приоритет имеют мины с элементами искусственного интеллекта и минные поля с единой сетевой информационной структурой.

Активно развивается класс материалов, способных к экзотермическим реакциям при определенных условиях. Ниша, в которой они могут потеснить взрывчатые вещества и инертные материалы, на сегодняшний день четко не определена, однако вполне очевидно, что реакционные материалы могут применяться в качестве оболочек, сердечников либо готовых поражающих элементов в составе различных боеприпасов.

Пакетное зарядание перспективных комплексов РСЗО позволяет реализовать возможность запуска оперативно-тактических ракет, в то время как современные оперативно-тактические комплексы, оснащенные крылатыми ракетами, могут решать некоторые стратегические задачи.

Снаряды РСЗО с кассетными головными частями и кассетные артиллерийские снаряды (КАС) требуют разработки новых систем адаптивного управляемого рассеивания боевых элементов.

К перспективным направлениям исследований также необходимо отнести работы по созданию оружия на новых физических принципах, в том числе нелетального.

Необходимый уровень эффективности боевого применения РАВ накладывает требования на технические характеристики боеприпасов и комплексов вооружений в целом. Применительно к артиллерийским боеприпасам эти требования различаются для систем разных калибров.

Так для малого и среднего калибра артиллерийских снарядов пушек боевых бронированных машин (ББМ) важнейшими будут такие качества, как точность и кучность боя, эффективность осколочного действия по живой силе, бронепробиваемость на расстоянии выстрела прямой наводкой, запреградное действие, скорострельность и размер боезапаса, возможность стрельбы по воздушным целям [1].

Для артиллерийских снарядов среднего и большого калибров на первое место выдвигаются дальность, точность и кучность боя, эффективность осколочного, фугасного и бетонобойного действия, скорострельность и размер боезапаса, скрытность и маневренность действия комплекса в целом.

Остановимся отдельно на тенденциях развития боеприпасов РАВ в указанных направлениях.

### **1. Возможные направления развития артиллерийских боеприпасов малого калибра**

Применительно к боеприпасам артиллерии малого калибра следует констатировать, что в настоящее время основным калибром отечественных малокалиберных автоматических пушек Сухопутных войск, ВВС и ВМФ является калибр 30 мм, а их монопольным разработчиком — Тульское КБП (конструкторы В.П. Грязев, А.Г. Шипунов), создавшее десять типов 30-мм пушек, в том числе одноствольных, двуствольных и шестиствольных. Использование одного калибра во всех видах Вооруженных сил и унификация боеприпасов является несомненным

преимуществом, но в то же время значительно ограничивает боевые возможности автоматических пушек. Последнее в меньшей степени относится к авиационным пушкам и в большей — к пушкам боевых бронированных машин (ББМ), зенитным пушкам Сухопутных войск и зенитным корабельным автоматам.

Применительно к пушкам ББМ главным и решающим фактором негативной оценки калибра 30-мм является неудовлетворительное бронебойное действие. Пробиваемая толщина брони для бронебойного трассирующего снаряда 30-мм выстрела индекса ЗУБР6 по нормали на дальности 1500 м составляет 25 мм, что недостаточно для поражения лобовой брони состоящих на вооружении иностранных ББМ, например, БМП «Мардер», а тем более, вновь разрабатываемых ББМ с повышенной противоснарядной стойкостью, составляющей не менее 30 мм как в лобовой, так и в боковой проекции (ББМ «Warrior», «FRES», «CV90», «Puma» и др.). Существующие и перспективные ББМ армий стран НАТО оснащаются малокалиберными артиллерийскими комплексами повышенных калибров 40–50 мм (40-мм комплекс СТWS-40, шведская 40-мм автоматическая пушка L70 фирмы «Бофорс», бикалиберная пушка Rh 503 (Mk 35/50) фирмы Reinmetall GmbH).

Это делает современную и перспективную боевую эффективность типового боевого подразделения Сухопутных войск (СВ) РФ существенно более низкой, чем таковая для аналогичного подразделения армий стран НАТО.

Требуется разработка нового перспективного малокалиберного артиллерийского комплекса (МАК) повышенного калибра для оснащения им комплексов вооружения современных БМП с возможностью унификации его по другим комплексам в интересах войск ПВО, авиации, МВД и ВМФ.

Наиболее важными требованиями к МАК Сухопутных войск являются:

- темп стрельбы 150–300 выстр./мин (выбирается на основе обеспечения минимальных характеристик рассеивания снарядов);

- обеспечение эргономических условий размещения на носителе в сочетании с достаточным объемом боезапаса;

- бронепробиваемость не менее 65–75 мм/60° (130–150 мм/0°) на дальности 1,5–2,0 км;

- для эффективного поражения танкоопасной живой силы (ТОЖС) должен быть разработан комплект снарядов, включающий осколочно-фугасные и осколочно-пучковые (шрапнельные) снаряды с системой дистанционно управляемого подрыва и возможностью коррекции на траектории по фронту, дальности и угловому положению перед подрывом, а также с управляемым осколочным полем за счет варьирования способов многоточечной инициации;

- для обеспечения эффективного заброневое действия при пробивании брони 30–40 мм разрабатывается бронебойный снаряд на основе металл-фторопластовых композиций.

В настоящий момент в РФ проводится разработка МАК калибра 57 мм с соответствующим комплектом боеприпасов к нему. Указанный калибр дает возможность реализовать все перечисленные требования, однако при этом объем боезапаса оказывается весьма велик, и на ББМ размещается сравнительно немного боеприпасов. Целесообразно вернуться к разработке МАК калибров 40–45 мм. При этом МАК желательно разрабатывать под патрон телескопической конструкции с металлической или пластиковой гильзой.

Эффективным оружием СВ являются станковые автоматические гранатометы. В настоящий момент на вооружении состоит автоматический гранатомет АГС-30 калибром 30 мм разработки Тульского КБП. Гранатомет имеет рекордно малую массу 16,5 кг. Современные осколочные гранаты ВОГ-30 разработки АО «НПО «Прибор» при массе выстрела 350 г обеспечивают эффективную площадь поражения 110 м<sup>2</sup> при дальности до 2200 м и возможности сделать до 180 выстрелов без замены или охлаждения ствола.

В опытной эксплуатации находится АГС-40 «Балкан», калибр 40 мм. Вес гранатомета АГС-40 вместе со станком и прицельными приспособлениями составляет 32 кг. Еще 14 кг весит коробка с гранатами. Максимальная дальность стрельбы гранатомета составляет 2,5 тыс. метров, а скорострельность — 400 выстрелов в минуту. АГС-40 может вести огонь как по навесной, так и по настильной траектории. Стрельба может вестись одиночными выстрелами, короткими очередями (до 5 выстрелов), длинными очередями (до 10 выстрелов), возможен и непрерывный огонь. Отличительная осо-

бенность — безгильзовые гранаты, обеспечивающие увеличение эффективности поражения до 2 раз по сравнению с АГС-30. В то же время, имеет существенный недостаток — нагрев затвора при стрельбе, что затрудняет его принятие на вооружение.

В настоящее время на зарубежных БМП, БРМ устанавливаются высокоэффективные автоматические пушки калибра 25, 30, 40-мм, способные поражать броневую защиту отечественных БМП, БТР, БМД на дальностях свыше 2,0...2,5 км. Однако зарубежные специалисты считают недостаточным заброневое действие снарядов автоматических пушек калибра 25...30 мм. Анализ мировых тенденций развития малокалиберной артиллерии показывает, что в дополнение к эффективным 25...30 мм МАК, разработаны новые, более мощные 40, 45 и 50-мм пушки под перспективные боеприпасы, в том числе телескопической конструкции (Франция, Англия, США и др.).

В Германии разработана новая бикалиберная пушка Rh 503 (Mk 35/50) фирмы Reinmetall GmBH для вооружения новых БМП «Мардер-2» и «Пума». Скорострельность 150–400 выстр./мин. Для ствола 50 мм разработаны 50\*330 мм телескопические выстрелы (БОПС и осколочный). Масса пушки 575 кг.

Военные специалисты США и Великобритании в рамках совместной программы FSCS/tracer завершили этап разработки и подтверждения концепции создания новой БРМ. Эта машина предназначена для замены состоящих на вооружении в США и Великобритании БРМ М3 «Бредли» и FV 107 «Симитэр», соответственно. На опытных образцах БРМ в качестве основного вооружения предусматривается установка новой 45-мм АП М911 под патрон телескопической конструкции. По расчетам зарубежных специалистов, боевая эффективность новой БРМ будет в 1,5...2,0 раза выше по сравнению со штатным вооружением.

Вооружение 40-мм СТWS-2000 рассматривается как основной кандидат для проектов EBRC (EnginBlindé à Roues de Contact — «колесная боевая бронированная машина», Франция) и FRES (Future Rapid Effects System) — «перспективная система быстрого реагирования», Великобритания.

40-мм СТWS базируется на концепции телескопических боеприпасов. Снаряд выстрела пол-

ностью заключен в корпус (гильзу) и окружен метательным зарядом. По заявлениям разработчиков, 40-мм система СТWS на 30 % эффективнее по поражающей способности по сравнению с другими системами близкого калибра.

Телескопическая форма упрощает питание боеприпасами, сокращает время их подачи и заряжания, а также делает их более удобными для хранения по сравнению с традиционной конструкцией. Масса и габаритные размеры внутрибашенной части артиллерийского комплекса существенно ниже, чем для пушек с традиционным выстрелом.

Для системы разработаны два типа боеприпасов — оперенный бронебойно-подкалиберный трассирующий с отделяющимся поддоном (APFSDS-T) и многоцелевой трассирующий с программируемым взрывателем (GPR-T). Также разработаны практические выстрелы. В разработке находится выстрел с коррекцией траектории.

Содержащий высокоэффективное «малочувствительное» взрывчатое вещество выстрел GPR-T может комплектоваться обычным контактным взрывателем или взрывателем дистанционного подрыва. Это оптимизирует поражение легкобронированных целей и подавление рассредоточенных целей.

Бронебойно-подкалиберный снаряд с вольфрамовым сердечником (APFSDS-T) обеспечивает бронепробиваемость больше 150 мм стальной брони с дистанции 1500 м.

По рекламной информации 40-мм телескопические боеприпасы обеспечивают повышение на 15 % дульной энергии по сравнению с обычными 40-мм выстрелами, удваивают возможность бронепробития по сравнению с 25-мм боеприпасами, повышают в 6 раз поражающее осколочно-фугасное действие по сравнению с 30-мм выстрелами и стоят меньше чем 35-мм выстрелы.

Зарубежные автоматические гранатометы имеют, как правило, калибр 40 мм, дальность стрельбы до 2200 м. Так Гранатомет Mk.47 mod.0 «Striker» имеет следующие параметры. Вес тела гранатомета 18 кг; 41 кг в комплекте со станком-треногой и прицельным комплексом. Эффективная дальность стрельбы: до 1500 м по точечным целям, 2200 м максимальная. Темп стрельбы: 225–300 выстрелов в минуту. Гранатомет Mk.47 mod.0

допускает применение всех типов 40 мм гранат стандарта НАТО с ударными взрывателями и новых 40 мм гранат с дистанционным подрывом и программируемым в момент выстрела взрывателем.

Применение компьютеризованного прицела значительно повышает точность стрельбы (особенно на средних и больших дальностях), а также заметно уменьшает расход боеприпасов по сравнению с системами, не имеющих подобных прицельных комплексов.

Развитие МАК ВМФ стран НАТО так же происходит в соответствии с описанными тенденциями [2]. Кроме систем калибров 25 и 30 мм корабельная артиллерия малого калибра в американских ВМС представлена 57-мм артиллерийской установкой (АУ) Мк-110, принятой на вооружение в 2004 году и заменившей устаревшую 76-мм АУ Мк 75. Для этой АУ разработан унитарный боеприпас «ЗР», получивший обозначение Мк 295, с программируемым (в зависимости от типа цели) взрывателем, имеющим шесть режимов установки.

В качестве альтернативы Мк-110 фирма «БАЭ системз» дорабатывает 40-мм артиллерийскую установку Мк 4 (фирма «Бофорс»). Цель проводимых работ — создание компактной легкой универсальной АУ для кораблей малого водоизмещения, в том числе патрульных, и катеров. Артустановка оснащена новой, более компактной башней, а устаревшие электрогидравлические приводы заменены электрическими.

## 2. Перспективные направления развития артиллерийских боеприпасов

В [3] сделан вывод о необходимости создания БОПС калибра 40 мм, не уступающего по бронепробиваемости снаряду APFSDS-T [4], составляющей при прямом выстреле около 150 мм на расстоянии 1500 м. Снаряд имеет дульную скорость 1480–1500 м/с.

Повышение бронепробития перспективного отечественного 40 мм БОПС по сравнению с прототипом может быть достигнуто способами, изложенными ниже.

1. Увеличение дульной скорости перспективного БОПС. Для увеличения дульной скорости перспективного БОПС по сравнению с прототипом необходимо обеспечить дульные скорости не менее 1600–1700 м/с, для БОПС достаточной массы.

Перспективным способом достижения результата является реализация двухкамерной телескопической гильзы с последовательно включаемыми камерами в сочетании с использованием в основной камере блочных последовательно воспламеняющихся зарядов прогрессивного горения, созданных на базе разрабатываемых в Казанском ГТУ [5] порохов на основе нитрата целлюлозы, обеспечивающих линейную скорость горения до 40 м/с при давлении 100 МПа. Или на основе использования пастообразных топлив нового поколения, разрабатываемых в КГТУ, ВА РВСН им. Петра Великого и ИХФ РАН им. Н.Н. Семенова (член-корр. РАН Ю.В. Мелешко, ак. советник РАН Г.Я. Павловец) [6]. Это позволяет рассчитывать на проектирование зарядов, обеспечивающих в артиллерийской системе реализацию кривой давления, по форме близкой к таковой для РДТТ и, таким образом, добиваться требуемой дульной скорости при снижении нагрузки на ствол и увеличении его живучести.

Вторым возможным направлением наращивания дульной скорости является реализация двухкамерной ствольной системы, в которой ствол снабжается дополнительной зарядной камерой, связанной с полостью ствола отверстием в стенке ствола и располагаемой ближе к средней части ствола. Заряд этой камеры инициируется после прохождения снарядом соответствующего сечения ствола. Подобная камера может быть выполнена по той же схеме, что и предложенная в [3] система с поперечно скользящим блоком камер, и ее перезарядка должна проводиться одновременно с перезарядкой основной камеры.

Третьим и наиболее простым способом обеспечения требуемого уровня дульной скорости БОПС является реализация рационального состава комбинированного зерненного порохового метательного заряда, или блочного метательного заряда в составе выстрела.

2. Увеличение скорости встречи БОПС с преградой. Следует учитывать, что бронепробитие определяется не дульной скоростью, а скоростью встречи поражающего элемента с преградой. При этом желательно доведение этой скорости до гиперзвуковых значений, составляющих не менее 2400–2500 м/с. Учитывая падение скорости снаряда вдоль траектории за счет лобового сопротивления, возможным путем наращивания скоро-

сти БОПС при движении по траектории является снабжение снаряда встроенным реактивным двигателем. Здесь необходимо рассмотреть следующие конструктивные схемы.

Снабжение БОПС поддоном «катушечного» типа, снабженным аэродинамическим обтекателем и встроенными в поддон РДТТ и пиромеханизмом сброса поддона. После выхода из канала ствола снаряд продолжает двигаться вместе с поддоном. В рациональной точке траектории включается РДТТ, разгоняющий снаряд до гиперзвуковой скорости, после чего происходит сброс поддона. БОПС, имеющий небольшое аэродинамическое сопротивление, продолжает движение до встречи с преградой с гиперзвуковой скоростью. По подобной схеме выполнен 40-мм снаряд 40 APFSDS-T Mk II IM фирмы Bofors Defence AB.

Превращение БОПС в активно-реактивный снаряд, то есть снабжение его не сбрасываемым встроенным РПДТТ или РПДПТ, включаемым в стволе или на траектории. После выхода из канала ствола снаряд продолжает ускоряться, либо начинает дополнительно ускоряться в заданной точке траектории, что обеспечивает гиперзвуковую скорость встречи с преградой. При этом роль броневой стержня может играть центральное тело входного диффузора РПД.

### Кумулятивные боеприпасы

#### 1. Существующие прототипы.

Кумулятивные снаряды малого калибра имеют ряд органически присущих им недостатков. Сюда относятся низкое запреградное действие и сложности, связанные с влиянием угловой скорости снаряда на характер кумулятивной струи. По этим причинам так и не был создан отечественный 30-мм кумулятивный снаряд, хотя за рубежом такие снаряды имеются (например, 30-мм кумулятивно-осколочный снаряд M789 фирмы PRIMEX, США).

При переходе к калибру 40 мм возможная масса кумулятивной струи существенно возрастает, так что описанные сложности частично купируются. В целом, вопрос о целесообразности и возможности разработки кумулятивно или кумулятивно-осколочного снаряда калибром 40 мм для перспективного малокалиберного артиллерийского комплекса требует дополнительных исследова-

ний, как общетехнического, так и военно-научного характера.

Более перспективной представляется разработка кумулятивных или кумулятивно-осколочных боеприпасов для поражения целей из верхней полусферы.

Успешным примером является кумулятивно-осколочный боевой элемент (БЭ), используемый в кассетных головных частях 300-мм реактивных снарядов 9M55K5 РСЗО «Смерч», и имеющий калибр 43 мм. В настоящий момент в АО «НПО «Сплав» проведено существенное развитие указанного БЭ в сторону увеличения бронепробития и повышения запреградного действия [7]. Представляется целесообразной проработка вопроса о создании на базе элементов указанного БЭ кумулятивных боеприпасов для перспективного 40-мм МАК и 40-мм автоматического гранатомета.

В последние годы достигнуты существенные успехи во взрывном формировании кумулятивных поражающих элементов типа «ударное ядро» (УЯ), имеющих форму, приближающуюся к форме БОПС. Это заостренные удлиненные цилиндрические тела, имеющие на конце коническое, или перьеобразное утолщение (далее — удлиненные поражающие элементы — УПЭ). В отличие от кумулятивных струй УПЭ существенно менее чувствительны к наличию угловой скорости снаряда в момент образования, имеют гиперзвуковую скорость более 2500 м/с, обладают достаточно большой массой, имеют сравнительно небольшое аэродинамическое сопротивление [8] и сохраняют гиперзвуковую скорость на расстояниях порядка 100 м. Овладение указанной технологией взрывного формирования УПЭ позволят ставить вопрос о разработке более эффективных типов боеприпасов, чем боеприпасы с классическим УЯ.

#### 2. Кумулятивные снаряды традиционной схемы.

Как отмечено выше, разработка кумулятивного или кумулятивно-осколочного артиллерийского снаряда калибром 40 мм возможна. Тоже относится и к разработке 40-мм гранат для автоматического или для подствольного гранатометов. Однако целесообразность таких разработок должна быть подтверждена дополнительными научно-техническими и военно-научными исследованиями.



3. Кумулятивные снаряды типа «ударное ядро» и снаряды с удлиненным поражающим элементом.

В случае формирования УПЭ перспективным может быть снаряд, основанный на сочетании дистанционно управляемого подрыва (ДУП) с формированием УПЭ для фронтального поражения цели. В этом случае система ДУП используется для инициации кумулятивного формирования УПЭ на некотором расстоянии от цели, а формируемый гиперзвуковой УПЭ обеспечивает требуемый уровень бронепробития. Необходимо провести дополнительные исследования сравнительной эффективности такого варианта снаряда и БОПС, описанных выше схем, в зависимости от калибра. Очевидно, что для такой схемы метания скорость снаряда (переносная скорость УПЭ) в момент подрыва может быть менее значима для формирования скорости встречи УПЭ с преградой. Поэтому перспективными могут быть разработки подобных гранат как для автоматического, так и для подствольного гранатометов.

4. Поражение цели в верхнюю полусферу.

Наращивание лобовой и бортовой брони делает неэффективными кумулятивные снаряды малого калибра. В то же время остается возможность использования их для поражения бронированных машин сверху. Для этого необходима разработка специального артиллерийского или гранатометного выстрела, отличающегося следующими особенностями:

- боеприпас выстреливается с низкой дульной скоростью по высокой траектории;

- боеприпас является разделяющимся, включает три элемента и функционирует в три стадии;

- на первой стадии движется как моноблок по баллистической траектории;

- на второй стадии от корпуса боеприпаса отделяется парашютный отсек, обеспечивающий торможение и перевод боеприпаса на траекторию, близкую к вертикальной;

- на третьей стадии от корпуса боеприпаса отстреливается УЯ или УПЭ, поражающий цель.

Для повышения эффективности действия боеприпаса указанной схемы может быть снабжен системой самоприцеливания. Для этого на второй стадии функционирования обеспечивается прецессионное движение корпуса с достаточно большим углом нутации, а третья стадия включается по сигналу датчика обнаружения цели, оптичес-

кого, инфракрасного, акустического или радиолокационного, расположенного на корпусе.

Целесообразной представляется разработка 40-мм кумулятивно-осколочного снаряда для поражения цели в верхнюю полусферу.

### **Снаряды с поражающими элементами из реакционно-способных материалов**

Результаты последних исследований развития и протекания быстрых взрывных экзотермических реакций, возникающих при ударных воздействиях на различные реакционно-способные материалы (РСМ) [9], в том числе композитные металл-фторопластовые материалы (МФК), в частности титан — фторопластовые или вольфрам-фторопластовые слоистые материалы, показывают возможность использования указанного процесса для создания эффективных боеприпасов, обладающих достаточным уровнем бронепробития в сочетании с мощным запреградным действием [10], а также при формировании боеприпасов с готовыми взрывозажигательными поражающим элементом. Необходимо развитие исследований в направлении разработки эффективных конструктивных схем боеприпасов на этой основе для поражения как бронированной техники, так и живой силы в средствах индивидуальной защиты. Конструктивная схема снаряда может быть подобна 40-мм бронебойному снаряду ЗР классической схемы выстрела, выпускаемому фирмой Vofors Defence AB. При этом бронебойный накопчик может быть выполнен из МФК.

### **3. Осколочно-фугасные и осколочно-пучковые снаряды общего назначения**

В рамках настоящего обзора полагается, что для снарядов и гранат малого калибра (40 мм) фугасное действие не может быть основным ввиду объективной малости массы подрываемого заряда. Поэтому основным направлением повышения эффективности является повышение эффективности осколочного действия боеприпаса за счет следующих мер.

1. Использование материалов оболочек, имеющих улучшенные характеристики осколочности.

2. Использование готовых поражающих элементов, в том числе на основе оболочек или пластин заданного дробления.

3. Дистанционно управляемый подрыв с введением во взрыватель информации после выхода снаряда из канала ствола по радио или оптическому каналу связи с возможным замером реализованной начальной скорости боеприпаса.

4. Дистанционно управляемый подрыв с введением информации во взрыватель электроконтактным способом в камере ствола или в системе автоматической подачи боеприпаса.

5. Подрыв боеприпаса в заданной точке траектории с помощью дистанционной широкополосной радиосвязи.

6. Подрыв боеприпаса в оптимальной точке траектории с помощью автономного радиовзрывателя, реагирующего на текущее положение боеприпаса относительно цели (в т.ч. на высоту над подстилающей поверхностью).

7. Управление положением снаряда перед подрывом для оптимизации действия осколочного поля.

#### **Осколочно-фугасные и осколочно-пучковые снаряды и гранаты с дистанционно-управляемым подрывом и управляемым осколочным полем**

Современным прототипом малокалиберного осколочно-фугасного снаряда общего назначения может быть 40-мм снаряд GPR-T пушки СТWS-40.

Снаряд GPR-T представляет собой многоцелевой трассирующий снаряд с программируемым взрывателем. Выстрел GPR-T имеет массу металлического вещества порядка 350 г при массе снаряда 980 г и дульной скорости порядка 1010 м/с. Он содержит 115 г взрывчатого вещества, предназначенного для обеспечения фугасного и осколочного действия. Для выполнения функции воздушного взрыва этот выстрел многоцелевого назначения снабжен программируемым дистанционным взрывателем с индуктивным каналом установки. Указанный снаряд является первым серийно выпускаемым осколочно-пучковым снарядом. Разрабатывается модификация с коррекцией на траектории.

Одной из задач, которые ставятся перед разработчиками выстрелов с многоцелевыми снарядами, считается создание снаряда, способного разрушать бетонные преграды с двумя слоями

металлической арматуры. На рисунке показано, как 40-мм снаряд GPR-T решает эту задачу.

Обращает внимание затупленная форма головной части снаряда. В условиях стрельбы на сравнительно небольшие дальности предпочтение отдано возможности формирования эффективного осевого пучка поражающих элементов. Поэтому шарообразная головная часть сочетается с донным расположением взрывателя. Аналогичные требования могут быть предъявлены к осколочно-фугасной гранате общего назначения. В целом, основные подходы к формированию эффективных осколочных полей давно сформулированы в [11, 12]. На этой основе могут считаться актуальными задачи разработки боеприпасов следующих типов.

1. Осколочно-фугасный пучковый 40 мм снаряд, снабженный донным взрывателем, обеспечивающим контактное действие и дистанционно-управляемый подрыв, с корпусом заданного дробления и комплектом ГПЭ, создающим осколочное поле, включающее кольцевую часть и осевой пучок.

2. Граната для 40-мм автоматического гранатомета и (или) граната аналогичной схемы для подствольного гранатомета.

Повышение эффективности действия боеприпасов указанных типов может быть достигнуто следующими путями:

1. Учет углового положения снаряда при движении, близком к горизонтальному и формировании осколочного поля, направленного вниз.

Проводится оснащение артиллерийского снаряда по п. 1) системой многоточечной инициации с точками инициации на образующей



*Рис. Разрушение железобетонной плиты многоцелевым снарядом 40-мм пушки СТWS-40*

цилиндрической части корпуса. Иницируемая вдоль образующей цилиндра корпуса, занимающей верхнее положение, волна детонации формирует радиальный пучок поражающих элементов, направленный вниз к подстилающей поверхности и способный эффективно поражать укрытую в окопе живую силу;

2. Изменение угла наклона оси осколочно-пучкового снаряда к горизонту перед подрывом. Проводится оснащение артиллерийского снаряда системой коррекции углового положения, например в виде балластного двигателя, обеспечивающего импульсное увеличение угла наклона оси снаряда к горизонту («кивок») до положения, близкого к вертикальному, с последующей инициацией заряда, формирующего кольцевое и коническое осколочное поле, соосное оси снаряда и способное эффективно поражать укрытую в окопе живую силу;

3. Учет высоты подрыва снаряда или гранаты при движении по траектории, близкой к вертикальной. Снаряд обеспечивается системой, переводящей его на траекторию, близкую к вертикальной. При этом инициация детонации производится на заданной высоте, обеспечивающей эффективное поражение цели. Эта высота может составлять 1,5–3 м для снаряда (гранаты) с кольцевым осколочным полем, или несколько метров для осколочно – пучкового снаряда с коническим осколочным полем соосным оси снаряда (гранаты).

#### 4. Краткое описание предлагаемой технологии телескопического выстрела (основные ТТХ, преимущества)

В БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова в рамках государственных заданий и по инициативе АО «НПО «Прибор» проводились поисковые исследования с целью обоснования перспективного направления развития МАК (НИР «Базис» [3]). Было предложено включить в систему артиллерийского вооружения СВ РФ МАК калибром 40 мм с телескопическим выстрелом, обеспечивающий поражение существующих зарубежных ББМ с массой до 40 т бронбойным подкалиберным снарядом на расстоянии не менее 1,5–2 км (бронепробитие не менее 150 мм по нормали), а также эффективное поражение танкоопасной ЖС осколочно-пучковыми снарядами и осколочно-фугасными сна-

рядами с системами дистанционно управляемого подрыва (эффективная площадь осколочного поражения не менее 125 м<sup>2</sup>). Комплекс снабжается лотковой системой подачи, позволяющей менять тип боеприпаса в процессе стрельбы. Телескопическая схема выстрела позволяет существенно уменьшить габариты МАК и транспортировочный объем комплекта боеприпасов (не менее чем на 30 %) при наращивании энергетики выстрела. Увеличение калибра с 30 до 40 мм позволяет проектировать снаряды, снабженные современными средствами повышения эффективности действия (дистанционно управляемый подрыв, многофункциональные взрыватели, коррекция положения на траектории и перед подрывом, увеличение осколочности). Выбор калибра 40 мм обеспечивает высокий экспортный потенциал.

Отличительной особенностью выстрела являлось использование двухкамерной телескопической гильзы, обеспечивающей за счет реализации двухэтапного процесса воспламенения метательного заряда снижение в 1,5–2,0 раза максимального давления в стволе с одновременным увеличением дульной скорости. Уменьшение давления в камере пушки при выстреле снижает требования к прочности камеры и боеприпаса, увеличивает живучесть ствола, облегчает процесс экстракции гильзы. Более равномерное распределение давления по длине ствола делает возможным использование более короткого и жесткого ствола, что должно положительно сказаться на кучности боя.

Поэтапность включения метательного заряда может быть реализована и в схеме обычного патронного выстрела. При этом возможно использование традиционной конструкции пушки. Однако желательно увеличение объема гильзы для реализации следующих возможностей:

1. Увеличение массы метательного заряда без увеличения плотности заряжания в сочетании с использованием 7 или 19 канальных порохов прогрессивного горения;

2. Разделение объема гильзы на две или несколько полостей с последовательным подключением размещаемых в них зарядов к заполнению заснарядного объема;

3. Использование многослойных пороховых элементов с растущей от слоя к слою скоростью горения;

4. Использование комбинированных зарядов, включающих подключаемые заряды твердо-

го или пастообразного топлива с регулируемой поверхностью горения.

Реализация указанных возможностей в конструкции выстрела в сочетании с использованием гильзы калибра 45 мм и ствола калибра 40 мм может позволить достичь тех же эффектов, что описаны выше для телескопического выстрела, кроме компактности укладки и преимуществ в объеме при транспортировке.

### Литература

1. Методология обоснования перспектив развития средств вооруженной борьбы общего назначения / В.М. Буренок, Р.Н. Погребняк, А.П. Скотников. РАРАН. — М.: Машиностроение. 2010. 386 с.: ил.

2. Соловьев Ю. Совершенствование корабельных артиллерийских систем малого калибра ВМС США / Ю. Соловьев // Зарубежное военное обозрение. 2016. № 5. С. 78–83.

3. Отчет о научно-исследовательской работе «Обоснование облика и основных технических характеристик комплекса «Пушка-патрон» для перспективных образцов вооружения, военной и специальной техники Сухопутных войск». Шифр «Базис». Части 1, 2. Рук. Б.Э. Кэрта. ФГУП «ФНПЦ «Прибор» Балтийский филиал. 2010. 122 с.

4. Наиболее эффективный калибр: усовершенствование артиллерийских систем / Army-Guide monthly, #11 (38). Ноябрь. 2007. С. 10–15. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.army-guide.com/rus/AGM.php?issue=38>; <http://www.army-guide.com/rus/product.php?print-mode=1&prodID=562>

5. Сафронов П.О., Александров В.Н., Диновецкий Б.Д., Косточко А.В., Филиппов Ю.М. Закономерности горения блочных зарядов на основе нитратов целлюлозы / В кн.: Всероссийская научно-техническая конференция «Фундаментальные основы баллистического проектирования». Санкт-Петербург, 23–26 июня 2008 г. Сборник материалов. В 2 томах. Том 1 / Под ред. д.т.н., проф. Кэрта Б.Э. — СПб: Балтийский государственный технический университет. 2008. С. 153–155.

6. Павловец Г.Я., Мелешко В.Ю., Константинова М.А., Куликова Т.Л., Михайловская Л.А.

Направления формирования пастообразных топлив для метательных зарядов артиллерийских выстрелов целлюлозы / В кн.: Фундаментальные основы баллистического проектирования // VI Всероссийская научно-техническая конференция. Санкт-Петербург, 5–10 июня 2018 г. Сборник трудов / Под ред. Б.Э. Кэрта; Балтийский государственный технический университет — СПб. 2019. С. 128–134.

7. Макаровец Н.А., Гаевский В.В., Севостьянов И.А. Особенности формирования и структуры кумулятивной струи из порошковой облицовки \ В кн.: Фундаментальные основы баллистического проектирования. III Всероссийская научно-техническая конференция. Санкт-Петербург, 2–6 июля 2012 г. Сборник материалов. В 2 т. Т. 1 / Под ред. Б.Э. Кэрта. С. 187–196.

8. Михалев А.Н., Подласкин А.Б., Токмаков А.В. Обзор модификаций и новых разработок ударных ядер (СФБЧ) // Вопросы оборонной техники. Серия 16. 2011. Вып. 3–4. С. 75–83.

9. Экспериментально-теоретические исследования особенностей взаимодействия с алюминиевыми и стальными преградами высокоскоростных компактных ударников из высокоплотных реакционных материалов / В.Б. Яшин, А.С. Смирнов, К.С. Колобов, Н.А. Имховик и др. // В кн.: Современные методы проектирования и отработки ракетно-артиллерийского вооружения: X научная конференция Волжского регионального центра РАРАН. Сборник докладов в двух томах. — Саров: ФГУП «РФЯЦ «ВНИИЭФ». 2019. С. 239–248.

10. Алексеев В.В., Есиев Р.У., Малкин А.И., Яшин В.Б. Использование металл-фторопластовых композитов в малокалиберных боеприпасах ударно-проникающего действия // В кн.: Фундаментальные основы баллистического проектирования. III Всероссийская научно-техническая конференция. Санкт-Петербург, 2–6 июля 2012 г. Сборник материалов. В 2 т. Т. 1 / Под ред. Б.Э. Кэрта; Балтийский государственный технический университет. — СПб. 2012. С. 184–186.

11. Одинцов В.А. Направленные осколочные потоки. Техника и вооружение. № 8, 9. 2000.

12. Рассоха С.С., Селиванов В.В. Осколочное действие боеприпасов. Учебное пособие. — М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2018. 210 с.