

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ АРТИЛЛЕРИЙСКИХ БОЕПРИПАСОВ И ВЫСТРЕЛОВ МАЛОГО И СРЕДНЕГО КАЛИБРА

*О.Т. ЧИЖЕВСКИЙ¹, Б.Э. КЭРТ², О.Г. АГОШКОВ²,
Р.У. ЕСИЕВ¹, Ю.В. ГЕНКИН¹, Е.А. ЗНАМЕНСКИЙ¹*

¹ОАО «НПО «Прибор», г. Москва,

²БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова, г. Санкт-Петербург

Введение

Изложенные ниже направления возможного развития боеприпасов малого и среднего калибра и обеспечивающих их выстрелов основаны на допущении всемерного использования систем дистанционно управляемого подрыва (ДУП) в их ныне существующем виде и с учетом перспектив возможного развития. Рассматриваются направления, возможные к реализации в калибре 40 мм в сочетании с телескопической конструкцией выстрела. Одновременно формулируются проблемные моменты, выяснение которых требует привлечения дополнительной информации. Изложение ведется на основе сведений и в развитие предложений, сделанных в [1],[2].

1 Поражение бронированной техники

1.1 Бронепробивные подкалиберные снаряды

1.1.1 Уровень бронепробития современного прототипа

В [2] сделан вывод о необходимости создания БОПС калибра 40 мм, не уступающего по бронепробиваемости снаряду APFSDS-T, составляющей при прямом выстреле около 150 мм на расстоянии 1500 м (см. рисунки 1.1-1.3)[12]. Снаряд имеет дульную скорость 1480 – 1500 м/с.



Рис. 1.1. Боекомплект к 40-мм к 40-мм артиллерийской системе СТWS в составе выстрела с БОПС (APFSDS-T) и выстрела общего применения с донным взрывателем (GPR-T).



Рис. 1.2. Телескопический выстрел с БОПС к 40-мм артиллерийской системе СТWS и пробитая бронеплита.

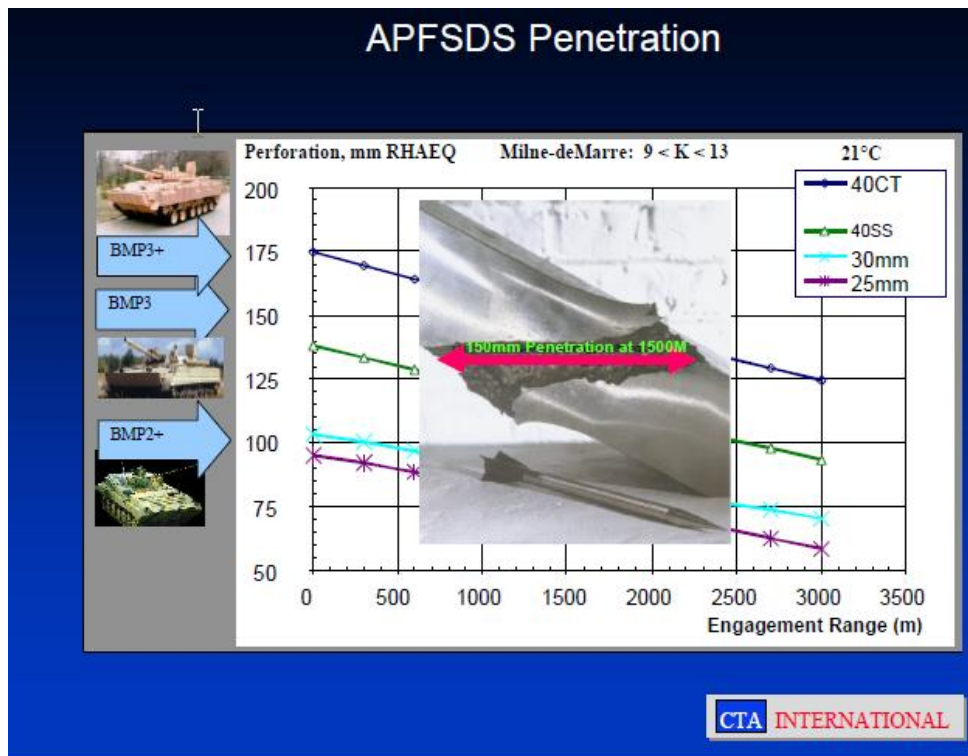


Рис. 1.3. Изменение величины бронепробития БПС с расстоянием до цели

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

1.1.2 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 [3],[4] быстрогорящих порохов. Образцы зарядов из порохов на основе нитрата целлюлозы обеспечивают линейную скорость горения до 40 м/с при давлении 100 МПа. Это позволяет рассчитывать на проектирование зарядов, обеспечивающих в артиллерийской системе реализацию кривой давления, по форме близкой к таковой для РДГТ 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 [2] 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.

1.1.3 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, получение таких скоростей встречи за счет наращивания дульной скорости вряд ли возможно. Возможным путем наращивания скорости БОПС при движении по траектории является снабжение снаряда встроенным реактивным двигателем. Здесь необходимо рассмотреть следующие конструктивные схемы.



Рис. 1.4. 40 мм снаряд 40 APFSDS-T Mk II IM фирмы Bofors Defence AB

1.1.3.1. 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 (см. рис. 1.4) [13].

1.1.3.2. Превращение БОПС в активно-реактивный снаряд, то есть снабжение его не сбрасываемым встроенным РДТТ, включаемым в стволе или на траектории. После выхода из канала ствола и отделения поддона снаряд продолжает ускоряться, либо начинает дополнительно ускоряться в заданной точке траектории, что обеспечивает гиперзвуковую скорость встречи с преградой.

1.1.4 Обеспечение правильности движения БОПС в стволе и на траектории

Важным отрицательным фактором, мешающим сохранению скорости движения БОПС на траектории и существенно уменьшающим бронепробитие является развитие поперечных колебаний стержня БОПС при движении в стволе за счет асимметрии, приводящей к динамической неуравновешенности. Перспективным способом снижения таких колебаний является выполнение поддона БОПС в виде цилиндра такой же длины, что и снаряд и внешним диаметром, соответствующим калибру орудия. БОПС помещается в канал, выполненный вдоль оси цилиндра. Цилиндр снабжается жестким дном. При выходе снаряда из канала ствола за счет разницы в лобовом сопротивлении торца цилиндра и большой инерционности тяжелого стержня БОПС происходит отделение БОПС от поддона выходом из канала поддона вперед по ходу движения. Подобный поддон может быть выполнен, в том числе, и для активно-реактивного БОПС по п. 1.1.3.2.

Возможным средством обеспечения правильности может быть стабилизирующее устройство в виде гибкой связки заднего торца БОПС с концевым телом - стабилизатором (см. п.п.2.4).

1.1.5 Поражение цели в верхнюю полусферу

Нарращивание лобовой и бортовой брони делает неэффективным БОПС малого калибра. В то же время остается возможность использования БОПС 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 боеприписа отделяется парашютный отсек, обеспечивающий торможение и перевод боеприписа на траекторию, близкую к вертикальной;
- на третьей стадии от корпуса боеприписа отстреливается активно-реактивный БОПС (см. п. 1.1.3.2).

Для повышения эффективности действия боеприписа 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, оптического, инфракрасного, акустического или радиолокационного, расположенного на корпусе.

1.2 Кумулятивные боеприпасы

1.2.1 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 М789 фирмы PRIMEX, США) [14].

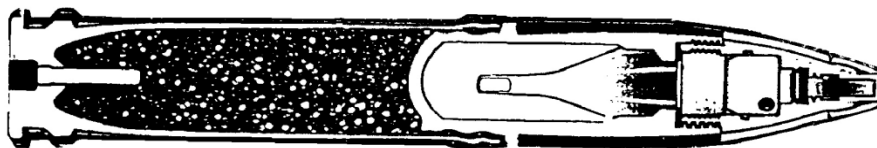


Рис. 1.5. Американский 30-мм кумулятивно-осколочный снаряд М789

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

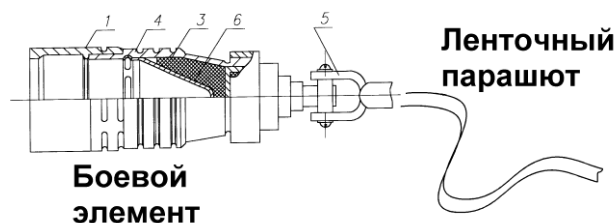


Рис. 1.6. Отечественный 42-мм кумулятивно-осколочный БЭ

калибром 40 мм для перспективного малокалиберного артиллерийского комплекса (МАК) требует дополнительных исследований, как общетехнического, так и военнотехнического 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 снарядов РС 9М55К5 РСЗО «Смерч» [8], и имеющий калибр 42 мм (рис. 1.6). В настоящий момент в ОАО «НПО «Сплав» проведено существенное развитие указанного БЭ в сторону увеличения бронепробития и повышения запреградного действия [5]. Представляется целесообразной проработка вопроса о создании на базе элементов указанного БЭ кумулятивных боеприпасов для перспективного 40-мм МАК и 40-мм автоматического гранатомета.

По данным зарубежной печати [6] 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 в момент образования гиперзвуковую скорость порядка 2500 м/с, обладают достаточно большой массой, имеют сравнительно небольшое аэродинамическое сопротивление 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.

1.2.2 Кумулятивные снаряды традиционной схемы

Как отмечено в п.1.2.1 разработка кумулятивного или кумулятивно-осколочного артиллерийского снаряда калибром 40 мм возможна. Также 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.

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

Кумулятивные снаряды типа УЯ перспективны как средства поражения бронированной цели в верхнюю полусферу (см. пп.1.2.4.). В случае формирования УПЭ перспективным может быть снаряд, основанный на сочетании дистанционно управляемого подрыва 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 гранат указанной схемы как для автоматического, так и для подствольного гранатометов.

1.2.4 Кумулятивные снаряды для поражения цели в верхнюю полусферу

Целесообразной представляется разработка 40-мм кумулятивно-осколочного снаряда для поражения цели в верхнюю полусферу, работающего подобно описанному в пп. 1.1.5:

- боеприпас выстреливается с низкой дульной скоростью по высокой траектории;
- боеприпас является разделяющимся, включает два элемента и функционирует в две стадии;
- на первой стадии боеприпас 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;

- при взаимодействии корпуса боеприпаса с поверхностью цели срабатывает кумулятивный заряд.

Возможно более целесообразна разработка гранат для автоматического 40 мм гранатомета, или для подствольного гранатомета, работающих по указанной схеме.

Также целесообразной представляется разработка 40-мм гранат для автоматического гранатомета и подствольного гранатомета, основанных на принципе сочетания ДУП и формирования УПЭ, описанном в пп.1.2.3. В отличие от снарядов для фронтального поражения цели, указанные снаряды должны работать по схеме, описанной в пп.1.1.5, но на третьей стадии вместо отстрела активно-реактивного БОПС производится кумулятивное формирование УПЭ, поражающего цель сверху. Необходим сравнительный анализ эффективности действия гранат такой схемы и БОПС, описанных в пп.1.1.5.

1.3 Снаряды с поражающими элементами из металл - фторопластовых композитов

Результаты последних исследований развития и протекания быстрых взрывных экзотермических реакций, возникающих при ударных воздействиях на композитные металл-фторопластовые материалы (МФК), в частности титан – фторопластовые или вольфрам-второпластовые слоистые материалы, показывают возможность использования указанного процесса для создания эффективных боеприпасов, обладающих достаточным уровнем бронепробития в сочетании с мощным запреградным действием [7]. 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 бронебойному снаряду 40 ЗР классической схемы выстрела, выпускаемому фирмой Bofors Defence AB (см. рис. 1.7) [15]. При этом бронебойный наконечник может быть выполнен из МФК.



Рис. 1.7. Снаряд 40 ЗР фирмы Bofors Defence AB

2 Осколочно-фугасные и осколочно-пучковые снаряды общего назначения

2.1 Современные технические направления повышения эффективности осколочных боеприпасов

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:

2.1.1. Использование материалов оболочек, имеющих улучшенные характеристики осколочности.

2.1.2. Использование готовых поражающих элементов, в том числе на основе и (или) оболочек (пластин) заданного дробления.

2.1.3. Дистанционно управляемый подрыв с введением во взрыватель информации после выхода снаряда из канала ствола по радио или оптическому каналу связи с воз-

возможным замером реализованной начальной скорости боеприпаса.

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

2.1.5. Подрыв боеприпаса в заданной точке траектории с помощью дистанционной радио связи.

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

2.1.7. Механические способы обеспечения подрыва боеприпаса вблизи цели.

2.2 Осколочно-фугасные и осколочно-пучковые (осколочные) 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 (см. рис.2.1) [12].



Рис. 2.1. 40-мм выстрел GPR-T



Рис. 2.2. Разрушение железобетонной плиты многоцелевым снарядом 40-мм пушки СТWS 40

Снаряд GPR-T представляет собой многоцелевой трассирующий снаряд с программируемым взрывателем. Он может комплектоваться или обычным контактным взрывателем или взрывателем дистанционного подрыва. Это оптимизирует и поражение легкобронированных целей и подавление рассредоточенных целей. Выстрел GPR-T имеет массу метательного 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 2.2 показано, как 40 мм снаряд GPR-T решает эту задачу.

На рис. 2.3 приведено сравнение габаритно-массовых характеристик и приведенных площадей осколочного поражения снаряда GPR-T (90 м²) и 25 мм (15 м²) и 30 мм (28 м²)

снарядов.

Обращает внимание затупленная форма головной части снаряда. В условиях стрель-

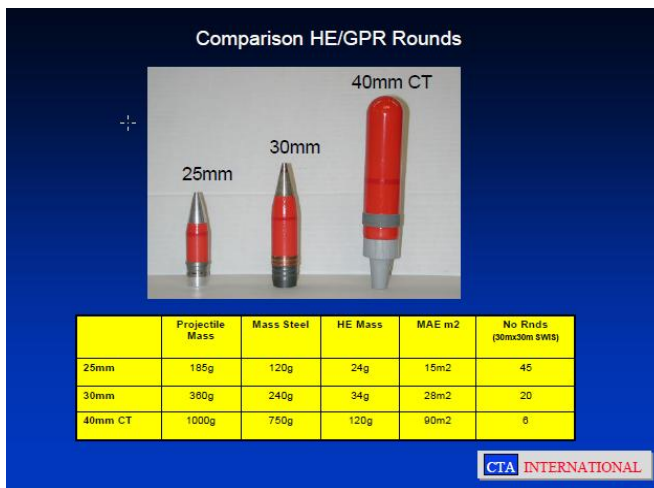


Рис. 2.3. Сравнение массовых характеристик и приведенной площади поражения 25 мм и 30 мм снарядов обычной схемы и 40 мм осколочно-пучкового снаряда GPR-T

танционно-управляемый подрыв, с корпусом заданного дробления и комплектом ГПЭ, создающим осевой пучок.

2.2.2 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.

2.2.3 Учет углового положения снаряда при движении, близком к горизонтальному и формирование осколочного поля, направленного вниз

Проводится оснащение артиллерийского снаряда по п. 2.2.1 системой многоточечной инициации с точками инициации на образующей цилиндрической части корпуса. Иницируемая вдоль образующей цилиндра корпуса, занимающей верхнее положение, волна детонации формирует пучок поражающих элементов, направленный вниз к подстилающей поверхности и способный эффективно поражать укрытую в окопе живую силу. Необходимые компоненты системы управления действием описаны в п.3.1.1.

2.2.4 Изменение угла наклона оси осколочно-пучкового снаряда к горизонту перед подрывом

Проводится оснащение артиллерийского снаряда системой коррекции углового положения, обеспечивающей импульсное увеличение угла наклона оси снаряда к горизонту («кивок») с последующей инициацией заряда, формирующего коническое осколочное поле, соосное оси снаряда и способное эффективно поражать укрытую в окопе живую силу. Необходимые компоненты системы управления действием описаны в п.3.1.2. При настильной стрельбе реализация «кивка» снаряда перед подрывом способна существенно повысить эффективность осколочного действия кольцевого осколочного поля снаряда.

бы 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.

На этой основе могут считаться актуальными задачи разработки боеприпасов следующих типов.

2.2.1 Осколочно-фугасный пучковый 40 мм снаряд, снабженный донным взрывателем, обеспечивающим контактное действие и дистанционно-

2.2.5 Учет высоты подрыва снаряда или гранаты при движении по траектории, близкой к вертикальной

Снаряд обеспечивается системой, переводящей его на траекторию, близкую к вертикальной (см. пп. 1.2.4). При этом инициация детонации (см. пп. 3.1.3.) 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).

2.3 Боеприпасы, корректируемые на траектории

2.3.1 Аэродинамическая коррекция боеприпаса стабилизированного вращением

Для артиллерийских снарядов малого калибра единственным возможным вариантом аэродинамической коррекции на траектории представляется возможность установки пиромеханизма, обеспечивающего выдвигание из корпуса тормозных щитков, увеличивающих лобовое сопротивление. В этом случае реализуется коррекция по дальности. Для обеспечения функционирования необходима генерация управляющего сигнала во время движения по траектории. Это может быть сделано двумя способами. С помощью модификации системы ДУП, обеспечивающей генерацию двух сигналов- на начало коррекции и на подрыв. И за счет обеспечения снаряда каналом радиосвязи с носителем МАК, по которому передаются сигналы на включение системы коррекции и подрыв.

2.3.2 Импульсная коррекция боеприпаса стабилизированного вращением

Представляется перспективной возможность импульсной коррекции боеприпаса по фронту и по дальности с помощью системы встроенных импульсных реактивных или балластных двигателей.

При установке блока двигателей в экваториальном сечении, проходящем через центр масс, коррекция по фронту обеспечивается включением двигателя период, когда в процессе вращения снаряда вокруг оси симметрии сопло двигателя находится со стороны, противоположной направлению смещения точки падения. При включении двигателя в период нахождения сопла в верхней или нижней полусфере, будет осуществляться коррекция по дальности.

При смещении блока двигателей из сечения, проходящего через центр масс, одновременно со смещением центра масс будет происходить увеличение угла нутации и генерация вращения вокруг центра масс, что также может использоваться с целью коррекции параметров траектории и обеспечения требуемого положения снаряда при подрыве (см. пп.2.2.4). Для разработки конкретных способов импульсной коррекции необходимо проведение исследований по математическому моделированию пространственного движения снаряда в период и после коррекции по моделям, построенным в [8],[9].

Для обеспечения включения импульсного двигателя в момент, когда снаряд занимает требуемое исходное положение по углу ротации, необходимо снабжение его системой определения положения, описанной в пп. 3.1.1.

2.4 Осколочные боеприпасы на основе гибкой связки двух тел

2.4.1 Боеприпасы с инициацией подрыва от электровзрывателя с контактным элементом, расположенным на лидере, связанном с корпусом гибкой проводящей связью

Предполагается, что при ударе лидера о поверхность цели замыкаются контакты электровзрывателя и происходит детонация заряда боеприпаса. При этом расстояние боеприпаса от цели и воздействие на цель определяются текущей длиной проводящей гибкой связи, ее натяжением (формой) и углом подхода к цели. Таким способом могут быть иницированы как гранаты так артиллерийские снаряды. Представляется, что на первом этапе

наиболее целесообразна разработка 40-мм осколочно-фугасной гранаты для автоматического гранатомета, подрываемой на оптимальной высоте от подстилающей поверхности. Интерес также представляет разработка кумулятивной гранаты для поражения бронированных целей сверху формируемым УПЭ (см. пп. 1.2.4).

2.4.2. Боеприпасы, разделяющиеся на части перед подрывом с целью оптимизации осколочного поля, использующие гибкий трос как спусковой механизм, инициирующий подрыв

Возможно создание разделяющегося боеприпаса, состоящего из двух (нескольких) частей, подрыв которого проводится следующим образом. Система ДУП инициирует срабатывание вышибных зарядов, обеспечивающих разделение осколочно-фугасных частей боеприпаса, связанных между собой гибким тросом заданной длины. При разлете частей боеприпаса на расстояние определяемое тросом происходит удар указанных частей через трос. Возникающие ударные силы инициируют ударные взрыватели частей боеприпаса. При этом возникает два частично перекрывающихся кольцевых осколочных поля, что должно повысить эффективную площадь поражения. Целесообразной представляется разработка гранаты и артиллерийского снаряда такого типа. Дальнейшее повышение эффективности осколочно-го действия возможно за счет использования инициации зарядов частей по способу пп. 2.2.3.

2.4.3. Боеприпасы, размещаемые посредством метания на ветвях деревьев

В [11] предложен набор способов фиксации гибкой связки двух тел в кронах деревьев посредством метания. Представляется целесообразной разработка гранаты (мины) для 40-мм автоматического гранатомета, используемой для дистанционного минирования лесистых участков местности посредством размещения противопехотных осколочных мин в кронах деревьев. Граната должна разделяться на траектории на две части (мину и фиксатор), связанные тросом. При взаимодействии троса с кроной дерева происходит самофиксация мины на дереве. Мина может быть укомплектована радиовзрывателем, так что все созданное минное поле инициируется в требуемый момент по команде, переданной по радио.

2.5 Кумулятивно-осколочные боеприпасы

2.5.1 Кумулятивно-осколочная граната для поражения легкобронированной техники сверху

Представляется целесообразной разработка кумулятивно-осколочной гранаты для поражения легкобронированной техники сверху, подобной КОБЭ, изображенному на рис. 1.6. Граната выстреливается из автоматического гранатомета по высокой траектории. На траектории происходит пиродинамическое отделение «юбки» гранаты, игравшей при выстреле роль камеры сгорания метательного заряда. При этом «юбка» остается связанной с корпусом гранаты гибким тросом (несколькими тросами) и играет роль парашюта, обеспечивающего торможение гранаты и перевод ее на траекторию, близкую к вертикальной. При соударении корпуса с целью обеспечивается кумулятивное поражение цели и осколочное поражение окружающего пространства.

3 Требования к элементному составу систем управления действием (взрывателей)

3.1 Развитие систем дистанционно управляемого подрыва в направлении учета пространственного положения снаряда при инициации

3.1.1 Компоненты системы учета углового положения по углу ротации при движении снаряда, близком к горизонтальному

Система управления действием (СУД) оснащается датчиком угловой скорости ротации и датчиком углового положения по отношению к вертикали, позволяющим отмечать

моменты времени, в которые точки инициации занимают наивысшее по вертикали положение, а также бортовым процессором, обеспечивающим расчет времени упреждения инициации детонации с учетом угловой скорости ротации. После срабатывания системы ДУП иницируется СУД, производящая выделение требуемого положения снаряда и расчет времени упреждения инициации. На следующем периоде оборота с требуемым упреждением производится инициация детонации

Датчики углового положения снаряда могут быть основаны на определении положения снаряда по отношению к магнитному полю Земли или по отношению к направлению силы тяжести.

3.1.2 Компоненты системы изменения угла наклона оси осколочно-пучкового снаряда к горизонту перед подрывом

После срабатывания СУД по п. 3.1.1 производится включение с требуемым упреждением импульсного двигателя коррекции реактивного или балластного типа, расположенного в носовой или донной части снаряда. Реактивный импульс обеспечивает движение снаряда, сопровождающееся резким увеличением угла тангажа. В тот момент, когда угол тангажа достигает максимального значения, проводится инициация детонации с образованием конического или (и) кольцевого осколочного поля, соосного оси снаряда. Процессор СУД формирует два числа – момент включения двигателя коррекции и время инициации детонации.

Для обоснования формирования указанных времен необходимо проведение расчетных исследований с помощью численных экспериментов на основе моделей пространственного движения корректируемого боеприпаса подобных разработанным в [8],[9] применительно к процессам динамики разделяющихся боеприпасов.

3.1.3 Компоненты системы инициации детонации на заданной высоте

Система может включать радиовзрыватель, проводящий в активном режиме измерение высоты над подстилающей поверхностью.

Возможен механический вариант системы, основанный на использовании пиромеханизма отделения от корпуса снаряда «лидера», несущего ударный замыкатель, и связанного с корпусом, несущим электродетонатор, гибкой электропроводящей связью. Отделение лидера от корпуса снаряда проводится по сигналу, подаваемому системой ДУП. В дальнейшем лидер движется перед корпусом, разматывая гибкую связь до длины, обеспечивающей требуемую высоту подрыва. При ударе лидера о поверхность цели происходит замыкание цепи электродетонатора и подрыв боеприпаса на высоте, определяемой длиной гибкой связи. Для обоснования рациональных параметров гибкой связки лидер – боеприпас необходимо проведение расчетных исследований внешней баллистики гибкой связки с помощью численных экспериментов на основе моделей развитых в [10]. Рациональный выбор габаритно-массовых и аэродинамических характеристик гибкой связки и пиромеханизма ее отделения должен обеспечить безударное развертывание гибкой связи и сохранение ее в натянутом состоянии на период, достаточный для реализации удара о цель.

Третьим вариантом является снабжение снаряда (гранаты) радиовзрывателем, обеспечивающим канал связи с баллистическим вычислителем, установленном на носителе МАК или гранатомета. При этом подрыв производится в момент, определяемый полученным управляющим сигналом. При этом в комплекс должно быть включено передающее устройство с соответствующими характеристиками быстродействия, мощности, помехозащищенности и пр.

3.2 Компонентный состав систем коррекции положения боеприпаса на траектории

3.2.1 Компоненты системы аэродинамической коррекции по дальности

Система должна включать пиромеханизм выдвижения тормозных щитков, снабженный системой инициации по сигналу, вырабатываемому системой ДУП или получаемому по радиоканалу от носителя МАК

3.2.2 Компоненты системы импульсной коррекции по дальности и по фронту

Система должна включать комплект импульсных реактивных или балластных двигателей, датчик углового положения снаряда по углу ротации, бортовой процессор, определяющий момент включения двигателей коррекции, систему ДУП, инициирующую подсистему коррекции. Последняя может быть выполнена, в том числе, и на основе радиосвязи с носителем МАК. В этом случае для расчета момента инициации может использоваться баллистический вычислитель МАК.

4. Возможные направления совершенствования артиллерийских выстрелов

4.1. Телескопические боеприпасы

Переход к производству и использованию телескопических боеприпасов открывает ряд направлений наращивания огневой мощи МАК (см. [1],[2]). Наиболее существенным преимуществом с точки зрения баллистики является сравнительно большой объем камеры, позволяющий организовывать внутрибаллистический процесс таким образом, чтобы добиться снижения максимального давления в стволе одновременно с реализацией более заполненной диаграммы давления. С этой целью представляется необходимым проведение исследований в направлении разработки выстрелов, обеспечивающих последовательное включение элементов метательного заряда по мере развития выстрела. Здесь должны быть проработаны следующие возможности.

Разработка блочных зарядов из быстрогорящих порохов (например, [3],[4]), сгорающих по заданным поверхностям (с частично бронированной поверхностью).

Разработка слоистых зарядов из быстрогорящих порохов, разделенных слоями медленно горящих низкоэнергетических материалов.

Разработка зарядов указанных типов позволяет надеяться на реализацию МАК с дульной скоростью порядка 1600-1700 м/с при использовании однокамерной гильзы в телескопическом боеприпасе.

Возможной альтернативой является разработка двух или многокамерных телескопических гильз, обеспечивающих последовательное включение зарядов в различных камерах гильзы в процессе выстрела (см. [2]).

4.2. Особенности артиллерийского комплекса

В [2] обоснована целесообразность разработки МАК под телескопический боеприпас, имеющего неподвижный затвор и поперечно скользящий блок камер. Этапы функционирования системы представлены на рисунке 4.1.

Отсутствие вращающихся деталей уменьшает инерционные нагрузки на орудие и обеспечивает возможность совмещения барабанной и клиновой схемы, а применение двухстороннего питания боеприпасами позволяет увеличить скорострельность орудия вдвое. Учитывая совмещение операций подачи и отката, порядок периода цикла перезарядки при односторонней подаче составляет 0,1 сек, что отвечает скорострельности 600

выст/мин.. Если проводить двухстороннюю подачу, то можно скорострельность увеличить вдвое, т.е. около 1200 выст/мин.

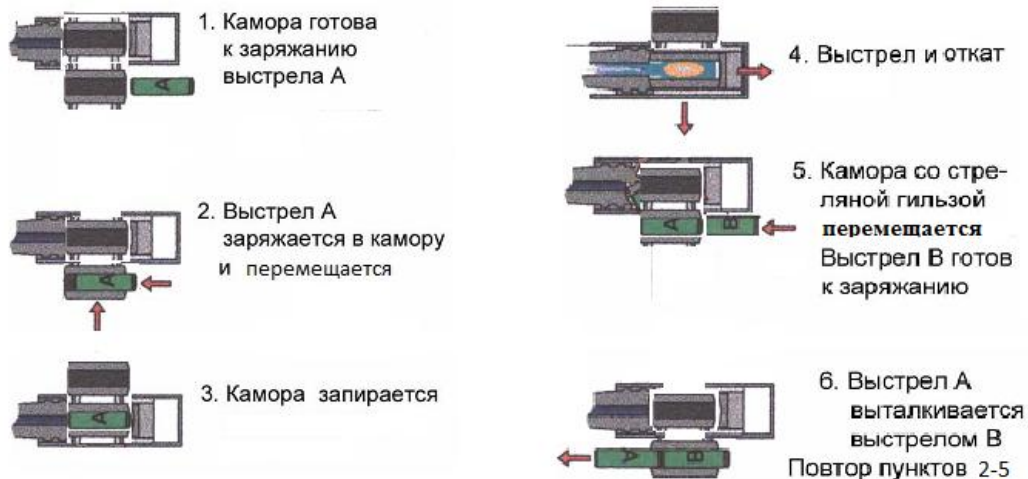


Рис. 4.1. Этапы функционирования перспективного артиллерийского орудия с односторонней подачей телескопических боеприпасов

Для обеспечения возможности стрельбы боеприпасами различного типа достаточно осуществлять подачу боеприпасов различного типа с разных сторон от затвора в двухкамерный подвижный блок. Использование двухкамерной системы питания для стрельбы снарядами разного типа представлено на рисунке 4.2.

При стрельбе снарядами одного типа перезарядание проводится с одной стороны от затвора в последовательности 1 – 2 - ... - 6. В случае необходимости перехода к стрельбе снарядами другого типа, после выстрела камерный блок перемещается в другую сторону и стрельба проводится в последовательности 7 – 10. При этом стреляная гильза А остается в камере до момента переключения на стрельбу снарядами А.

Описанная схема экстракции и перезарядания МАК имеет следующие преимущества перед схемой с поворачивающейся камерой, реализованной в СТWS 40:

1. Она не содержит вращающихся деталей и ее действие может быть обеспечено за счет энергии отката.

2. Потенциально более высокая скорострельность.

3. Облегчается решение проблемы obturation камеры.

Преимуществом указанной схемы является возможное ее развитие с помощью организации в средней части ствола дополнительной боковой камеры, связанной со стволом отверстием в боковой стенке и зарядание этой камеры гильзой с дополнительным пороховым зарядом одновременно с перезарядкой основной камеры. Инициация дополнительного заряда возможна с помощью накольного механизма, включающегося при прохождении снарядом в стволе соответствующего сечения. Сгорание дополнительного заряда

обеспечивает пилообразный характер кривой давления, приводящий к увеличению дульной скорости при возможном снижении максимального давления.

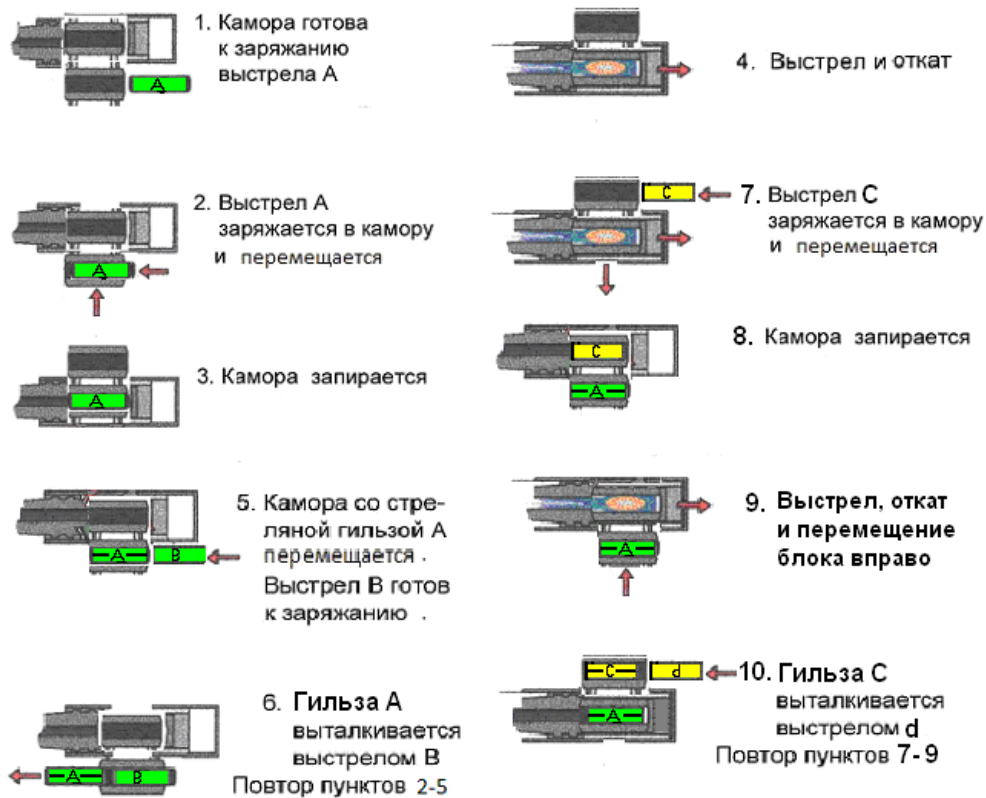


Рис. 4.1. Этапы функционирования перспективного артиллерийского орудия с двухсторонней подачей телескопических боеприпасов

4.3 Требования к экспериментальной баллистической установке

Для предварительной экспериментальной отработки описанных выше артиллерийских выстрелов необходима баллистическая установка («баллистический ствол»), обладающая следующими свойствами.

1. Установка включает набор камер и набор стволов, собираемых в различных вариантах.

2. В комплект камер входят камера для выстрела классической схемы и камера для телескопического выстрела, снабженные датчиками давления пьезоэлектрического типа, обеспечивающими замер пиковых давлений до 10000 ата.

3. В комплект стволов входят стволы для телескопического и обычного боеприпасов, снабженные датчиками давления пьезоэлектрического типа, обеспечивающими замер пиковых давлений до 10000 ата.

4. В комплект измерительной аппаратуры входят:

- электронно - оптический цифровой комплекс для скоростной регистрации серии изображений снаряда при движении по баллистической трассе;
- фотоэлектронный измеритель дульной скорости;
- набор пьезоэлектрических датчиков давления.

Библиографический список

1. 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». Часть 1. Рук. Б.Э.Кэрт \ ФГУП «ФНПЦ «Прибор» Балтийский филиал.- 2010, 122 с.
2. 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». Часть 2.
«Разработка малокалиберного телескопического выстрела с металлической гильзой». Рук. Б.Э.Кэрт \ ФГУП «ФНПЦ «Прибор» Балтийский филиал.- 2010, 122 с.
3. 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.: Балт.гос.техн.ун-т, 2008.- с.153 - 155.
4. С.А.Скупк, Сафронов П.О., Диновецкий Б.Д., Александров В.Н., Филиппов Ю.М., Косточко А.В. Влияние характеристик нитратцеллюлозных блочных зарядов на закономерности их горения / В кн.: Успехи в специальной химии и химической технологии. Труды Всероссийской научно-технической конференции, посвященной 75-летию основания Инженерного химико-технологического факультета РХТУ им. Д.И.Менделеева, 10-11 июня 2010 г., М.: РХТУ, 2010, с. 513-514.
5. Н.А.Макаровец, В.В.Гаевский, И.А.Севостьянов. Особенности формирования и структура кумулятивной струи из порошковой облицовки\ В кн.: Фундаментальные основы баллистического проектирования. III Всероссийская научно-техническая конференция. Санкт-Петербург, 2 июля – 6 июля 2012 г. Сборник материалов. В 2 т. Т.1 / Под ред. Б.Э.Кэрта Балт. гос. техн. ун-т.- СПб., 2012, с. 173-174.
6. А.Н.Михалев, А.Б.Подласкин, А.В.Токмаков. Обзор модификаций и новых разработок ударных ядер (СФБЧ) // Вопросы оборонной техники, сер.16, в.3-4, 2011, с.75-83.
7. В.В.Алексеев, Р.У.Есиев, А.И.Малкин, В.Б.Яшин. Использование металл-фторопластовых композитов в малокалиберных боеприпасах ударно-проникающего действия \ В кн.: Фундаментальные основы баллистического проектирования. III Всероссийская научно-техническая конференция. Санкт-Петербург, 2 июля – 6 июля 2012 г. Сборник материалов. В 2 т. Т.1 / Под ред. Б.Э.Кэрта Балт. гос. техн. ун-т.- СПб., 2012, с. 184-186.
8. Кэрт Б.Э., Козлов В.И., Макаровец Н.А. Математическое моделирование и экспериментальная отработка систем разделения реактивных снарядов / Под ред. Н.А. Макаровца. – Тула, Санкт-Петербург: ФГУП «ГНПП «Сплав», 2006. – 652с.
9. Разделение неуправляемых снарядов систем залпового огня /РАРАН; Б.Э. Кэрт, В.И. Козлов, Н.А. Макаровец; под ред. Н.А. Макаровца; редкол. серии: В.В.Панов (пред.) и др. М.: Машиностроение, 2008. 438 с.: ил. (Справ. б-ка разработчика-исследователя).
10. Кэрт Б.Э., Горбовский Д.И., Кэрт Л.Б. Основная задача внешней баллистики боеприпасов на основе гибкой связи двух тел / Вопросы оборонной техники. Серия 14. Проектирование систем вооружения, боеприпасов и измерительных комплексов.- М.: НТЦ «Информтехника».- 2012.- вып.2., с. 34-42.
11. Кэрт Б.Э., Козлов В.И., Кэрт Л.Б. Подрывной элемент для локализации лесного пожара. Патент на изобретение RU 2127138 С1 МКИ 6 А62 С 3/0.Заявл. 26.12.96. Оpubл. 10.03.99, Бюл. N 7.
12. <http://dtic.mil/ndia/2002gun/leslie.pdf>: <http://warinform.ru/News-view-221.html>;
<http://www.kalasnuykov.hu/dokumentumok/cta.pdf>
13. <http://www.army-guide.com/rus/product.php?prodID=3367&printmode=1>
14. <http://forums.airbase.ru/2011/02/t81402--snaryad-m789-i-broneprobivaemost.html>
15. <http://www.army-guide.com/rus/product3366.html>