

Министерство образования и науки России  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего профессионального образования  
«Казанский национальный исследовательский  
технологический университет»

И.А. Абдуллин, А.Б. Заволокин, В.Н. Лепин,  
А.С. Михайлов, О.И. Белобородова

# БРОНЕБОЙНО-ЗАЖИГАТЕЛЬНЫЕ БОЕПРИПАСЫ К СТРЕЛКОВОМУ ОРУЖИЮ

Учебное пособие

Казань  
Издательство КНИТУ  
2013

УДК 662.2  
ББК 35.63

**Абдуллин И.А.**

Бронебойно-зажигательные боеприпасы к стрелковому оружию: учебное пособие / И.А. Абдуллин [и др.]; М-во образ. и науки России, Казан. нац. исслед. технолог. ун-т. – Казань: Изд-во КНИТУ, 2013. – 200 с.

ISBN 978-5-7882-1358-3

Представлены систематизированные сведения об устройстве специальных пуль, их классификация по действию; краткие сведения о внешней баллистике; рассмотрены принципы построения и расчет пиротехнических составов, безопасная технология их изготовления и переработки; методики испытаний зажигательных средств. Кроме того, подробно изложен расчет рабочего и измерительного инструмента для контроля патронов и их элементов.

Предназначено для студентов вузов, а также для инженерно-технических работников, специализирующихся в проектировании и производстве специальных пуль, снаряжаемых пиротехническим составом.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Казанского национального исследовательского технологического университета.

Рецензенты: доктор технических наук, профессор Казанского национального исследовательского технического университета им.Туполева *Э.Р. Галимов*;  
кандидат технических наук, начальник сектора Каз.НИИХП *А.С. Арутюнян*

ISBN 978-5-7882-1358-3

© Абдуллин И.А., Заволокин А.Б., Лепин В.Н., Михайлов А.С., Белобородова О.И., 2013

© Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2013

## ВВЕДЕНИЕ

Создание и модернизация зажигательных пуль патронов стрелкового оружия, используемых в боевой и вспомогательной военной технике, - актуальная и сложная проблема, обусловленная малыми объемами для размещения пиротехнического состава в пулях. Без знания динамических и баллистических характеристик зажигательных пуль невозможно создать пиротехнический состав, зажигающий современное топливо. Для эффективного действия пуль требуется знание специальных характеристик составов и умение их определять. В своей работе авторы старались как можно полнее раскрыть эти характеристики и их влияние на зажигание горючих объектов на основе описания физической сущности действия продуктов сгорания зажигательных составов на зажигаемую среду. Опыт работы по созданию и модернизации специальных пуль показывает, что без знания основ смежных специальностей эффективная работа в этом направлении невозможна.

В настоящей работе устройство специальных патронов, их основные характеристики, современное состояние разработки зажигательных и трассирующих пиротехнических составов рассматриваются в непосредственной связи с патронным производством. Подробно излагаются требования к компонентам, пиротехническим составам и технологическим процессам их изготовления. Особое внимание уделено безопасности процесса производства специальных патронов. Изложение материала имеет свои особенности:

- представленная последовательность расчетов в некоторых случаях не совпадает с последовательностью проведения технологических операций;
- расчетные параметры, их обозначения приводятся непосредственно при расчете операций или группы операций;
- каждая методология расчета сопровождается примером;
- для облегчения сложных расчетов в приложениях приведены необходимые справочные данные;
- в приложении приведены физико-химические свойства некоторых компонентов и справочные данные для проведения расчетов.

Дополнительные сведения по вопросам технологических процессов изготовления пиротехнических составов и элементов патрона, выбора технологического оборудования рассмотрены в специальной литературе.

## **1. ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПАТРОНОВ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ СО СПЕЦИАЛЬНЫМИ ПУЛЯМИ**

Появление в конце XIX - начале XX веков на поле сражения новой военной техники – бронированных машин, самолетов, танков и др. – потребовало разработки к стрелковому оружию специальных боеприпасов. Техника снабжалась двигателями внутреннего сгорания с соответствующим запасом топлива, который разумно было использовать для борьбы с такой техникой. В качестве горючего использовали легкие (бензиновые) фракции перегонки нефти. Это топливо легко поджигалось и в процессе горения на воздухе полностью выводило из строя технику и личный состав.

С одной стороны, огонь как проявление высокоэкзотермической реакции горения наводил на людей с глубокой древности неопиcуемый ужас, с другой - овладение огнем как источником энергии открывало для человечества огромные возможности в развитии технологий - от приготовления пищи, защиты от хищников до технических приложений. Все, что окружает нас, подвержено действию огня. Материалы либо горят, либо теряют свои первоначальные свойства.

Задолго до изобретения огнестрельного оружия в морских сражениях применяли так называемый греческий огонь. Топливо-воздушную смесь с помощью кожаных мехов выдували из резервуара и поджигали. Факел направляли на противника (пробораз современного огнемета).

Войска древних государств использовали огонь как средство уничтожения укреплений, осадных орудий и заградительных сооружений. При осаде крепостей, городов огнем старались уничтожить прежде всего продовольствие, средства жизнеобеспечения населения, тем самым вызвав голод и морально подорвав дух обороняющихся. При этом в качестве зажигательного вещества использовалась сырая нефть. Пористые материалы – хлопок, лен - пропитывали нефтью, поджигали и забрасывали в стан противника. Средства доставки огня были примитивные: с помощью лука и метательной машины зажженный факел забрасывали в осажденный город. Горение в таких зажигательных устройствах поддерживалось кислородом воздуха. Эффективность подобных зажигательных средств была невелика. Составы, похожие на дымный ружейный порох, были известны еще в древно-

сти, но применяли их для других целей, не для метания.

Конструкция первого огнестрельного оружия была примитивна: труба, закрытая со дна. Средством поражения служил подручный материал – камни. Вооружение было тяжелым и громоздким, а эффективность его – низкой. Эффективность огнестрельного оружия повысилась, когда в XIII веке арабы стали применять для изготовления пуль свинец.

С усовершенствованием рецептуры и технологии производства пороха появилась артиллерия. В России при царствовании Ивана Грозного в арсенале армии насчитывалось около 200 пушек. Благодаря своим эксплуатационным качествам артиллерийское орудие быстро вытеснило громоздкие осадные машины, разбивающие оборонительные сооружения (тараны), метательные машины, которые забрасывали в стан врага тяжелые камни и факелы. При использовании новых орудий отпала необходимость сблизать их с обороняемыми объектами с целью разрушения последних. Артиллерия вела огонь на дистанции, чем сохраняла жизнь воинам-артиллеристам. С появлением артиллерии улучшилась доставка поражающих средств к цели. Однако зажигательные средства еще долгое время не претерпевали изменений.

В XV веке на Руси изготавливалось, преимущественно для артиллерии, более 200 тыс. пудов пороха. С усовершенствованием пороха им стали снаряжать ядра. В дальнейшем в порох добавляли различные компоненты, повышающие зажигательную способность; его стали зернить, что увеличило скорострельность огнестрельного оружия. Однако еще продолжительное время скорострельность оставалась очень низкой – один выстрел в минуту. Долгое время порох изготавливался кустарным способом. Он был очень дорог и низкого качества. В начале XVIII столетия в Европе появились первые пороховые заводы. Петром I в 1710-1720 гг. были построены Петербургский, Охтинский и Сестрорецкий пороховые заводы.

С появлением ударного состава огнестрельное оружие стало значительно надежнее в сравнении с фитильным и кремниевым зажиганием заряда, несколько увеличилась его скорострельность. Появление в Европе казнозарядного оружия и металлической гильзы дало толчок к интенсивному развитию стрелкового оружия.

Начало XIX столетия отмечено интенсивным развитием пиротехнического производства, научного исследования и обобщения

процессов составления пиротехнических составов. Появились научные публикации по разработке и исследованию пиротехнических составов, теоретические обоснования наблюдаемых явлений. В 1832 г. была опубликована статья «О фейерверочных составах» Свечникова, а в 1841 г. - статья Фадеева «О свойствах составов красных огней». Позднее, в 1891 г. опубликована работа А.В. Сапожникова «Военная пиротехника».

Особые заслуги в развитии пиротехники выдающегося ученого пиротехника К.И. Константинова. В 1847 г. он начал разработку боевых ракет. С 1856 по 1859 гг. возглавлял Петербургское Ракетное заведение. В этот период он осуществил ряд исследований и научных экспериментов, создал несколько систем ракет. Ракеты его конструкции успешно применялись в Крымской войне (1853-1856 гг.). К.И. Константиновым издано более 50 научных работ.

Российским государством была организована подготовка квалифицированных специалистов пиротехников: в 1832 г. при Охтинском пороховом заводе была создана Пиротехническая артиллерийская школа, а в 1855 г. из офицерских классов артиллерийского училища - Михайловская артиллерийская академия.

Стрелковое оружие получило патроны со специальными пулями только в Первую мировую войну.

С бурным развитием промышленности в конце XIX века начало меняться вооружение войск. В начале XX века появилась военная техника: бронированные автомашины, танки, самолеты и даже бронепоезда. Изменялась также тактика ведения боя: пехота наступала цепью в рассыпном строю. При ведении боевых операций усложнялось управление подразделениями. Поскольку средств подачи команд не существовало, потребовались специальные сигнальные патроны. Для поражения военной техники, имеющей достаточно высокую скорость, ощущалась потребность в стрельбе с упреждением. Так появилась необходимость иметь в боекомплекте пули, обозначающие свое движение в полете, – трассирующие пули. Боевые действия в соответствии с новой концепцией предполагалось вести в любое время суток и в любых метеорологических условиях. Для этих целей предназначались осветительные средства.

Бронированная защита боевых машин была не очень прочной, но пули винтовок ее не пробивали. Артиллерия оказалась неэффективной в борьбе с бронированной техникой: небольшой сектор об-

стрела, низкие точность и скорость стрельбы делали артиллерию непригодной для борьбы с техникой, имеющей для того времени относительно высокую скорость. Потребовалось оружие с высокой маневренностью огня, способное переносить ведение огня с одной цели на другую, имеющее широкий сектор обстрела и значительно меньшие габариты и массу для меньшей уязвимости.

Германия первая применила крупнокалиберные пулеметы для поражения бронированной техники. Крупнокалиберные пули с бронебойным сердечником легко пробивали защиту, но это не означало выхода из строя боевых машин. Даже неоднократное пробитие бака с топливом не выводило из строя боевую машину – пробоины забивались деревянной клепкой, машина продолжала эксплуатироваться. Только появление зажигательных пуль значительно увеличило эффективность крупнокалиберного стрелкового оружия.

В 30-е годы прошлого столетия были разработаны крупнокалиберные патроны 12,7 и 14,5 мм с бронебойными пулями типа Б-30, бронебойно-зажигательными типа Б-32, бронебойно-зажигательными пулями типа БС.

В Первой мировой войне были применены винтовочные патроны со специальными пулями: бронебойной Б-30 (для борьбы с легкобронированными целями), бронебойно-зажигательной Б-32, бронебойно-зажигательно-трассирующей БЗТ, пристрелочно-зажигательной ПЗ. В Первую мировую войну Россия вступила, имея на вооружении 12 различных образцов винтовок, четыре системы станковых пулеметов, столько же ручных. Стрелковое оружие российской армии отличалось большой номенклатурой и бессистемностью.

Перед Второй мировой войной основой системы патронов стрелкового оружия стал патрон калибра 7,62 мм с биметаллической гильзой. Под винтовочный патрон, кроме винтовки С.И. Мосина, были разработаны автоматические винтовки Симонова АВК-36, Токарева СВТ-40 и ручной пулемет Дегтярева. К 1941 г. в армию Советского Союза стали поступать патроны, снаряженные пиротехническими составами: осветительными, сигнальными, трассирующими, зажигательными, дымовыми. В Великую Отечественную войну указанные боеприпасы по своему действию и безотказности превосходили патроны Германии.

Вплоть до конца Второй мировой войны боевые машины

воюющих стран (кроме СССР) имели бензиновые двигатели. Известно, что бензин начинает испаряться при минусовой температуре, поэтому работающую машину очень легко было вывести из строя источником энергии незначительной мощности – пулями с фосфорным составом, бутылками с зажигательной смесью. В стрелковом оружии того времени для поражения боевой и вспомогательной техники также использовались зажигательные пули, снаряженные пиротехническим составом, в основе которого были кислородосодержащие соли и горючие металлы – алюминий или магний. Сгоревшие машины не подлежали восстановлению, поэтому воюющие страны несли крупные невосполнимые потери боевой техники от действия зажигательных боеприпасов.

В пятидесятые годы прошлого столетия армии всех развитых стран стали переводить военную технику на дизельные двигатели. Зажигательные пули того времени, эффективно зажигавшие легковоспламеняющийся бензин, в силу своей конструкции были не способны зажигать тяжелые углеводородные топлива. Появилась острая необходимость создания новых зажигательных средств для патронов к стрелковому оружию, которые с высокой вероятностью зажигают тяжелое углеводородное топливо в летнее и зимнее время. Работы в этом направлении успешно проводятся сотрудниками ОАО «Ульяновский патронный завод» и кафедры «Химия и технология гетерогенных систем» Казанского национального исследовательского технологического университета.



## 2. ПАТРОНЫ К СТРЕЛКОВОМУ ОРУЖИЮ

Войсковые подразделения современных армий укомплектованы боевой техникой. Однако в военном искусстве считается, что ближний бой в пределах тактической зоны будет по-прежнему иметь важное значение как в условиях ядерной войны, так и в боевых действиях без применения ядерного оружия. Поэтому в настоящее время развитию стрелкового оружия и боеприпасов к нему уделяется большое внимание.

### 2.1. Общее понятие об устройстве патронов и комплексах стрелкового оружия

Боеприпасы к стрелковому оружию представляют собой сборочные единицы, состоящие из гильзы, метательного заряда – пороха, метаемого тела – пули, капсюля – воспламенителя (рис. 2.1).

*Гильза* - часть патрона, предназначенная для размещения и предохранения метательного заряда, сборки элементов и базирования патрона в патроннике.

*Метательный заряд* - пороховой заряд, при сгорании которого выделяется энергия и образуется рабочее тело, совершающее работу для доставки метаемого тела к цели.

*Пуля* - часть патрона, предназначенная для поражения живой силы и техники противника или других целей.

*Капсюль-воспламенитель* - элемент патрона, воспламеняющий метательный заряд.

Рис. 2.1. Патрон к стрелковому оружию:

1 – пуля;

2 - гильза;

3 - метательный заряд;

4 - капсюль-воспламенитель



В зависимости от применения патроны делятся на боевые, служебные, гражданские (спортивные, охотничьи), вспомогательные.

Боевые патроны подразделяются по использованию:

- в оружии крупного и обыкновенного калибра;

- в личном оружии - оружии самообороны (пистолеты, револьверы).

Система стрелкового комплекса Вооруженных Сил РФ базируется:

- на 5,45 мм малоимпульсном патроне;
- на 7,62 мм пулеметном и снайперском патроне;
- на 9,0 мм пистолетном патроне;
- на 12,7 и 14,5 мм крупнокалиберных патронах.

Система стрелкового комплекса НАТО базируется:

- на 5,56 мм малоимпульсном патроне;
- на 7,62 мм пулеметном и снайперском патроне;
- на 12,7 мм крупнокалиберном патроне.

Кроме того, каждая система имеет специальные боевые патроны. Служебные и гражданские патроны в данной работе не рассматриваются.

Вспомогательные патроны предназначены: для обучения личного состава, имитации стрельбы, контроля баллистического комплекса, испытания прочности деталей стрелкового оружия.

По выполнению боевых задач патроны подразделяют:

- на патроны общего назначения (патроны с обыкновенной пулей);
- на патроны со специальными пулями (с трассирующей, бронебойной, с зажигательной пулями).

В большинстве случаев специальные патроны имеют пули комбинированного действия: бронебойно-зажигательные, бронебойно-зажигательно-трассирующие. В боевом применении патроны со специальными пулями используют по основному действию. Так, например, у бронебойно-трассирующих пуль основное назначение - корректирование огня, бронебойное действие этих пуль значительно ниже обычных бронебойных пуль.

В комплекс стрелкового оружия входят: образец оружия, боекомплект (БК), приданный к данному виду оружия, оптические прицелы, ночные прицелы и различные приборы управления стрельбой.

По виду обслуживания стрелкового оружия его разделяют на индивидуальное и групповое. Оружие по установке его на средствах ведения боя подразделяется на оружие сухопутных войск; авиационное; танковое; корабельное; самодвижущееся. По видам оружия и выполняемым боевым задачам формируется боекомплект.

## 2.2. Основные характеристики патронов к стрелковому оружию

Основной характеристикой патрона является эффективность действия по цели. Дальность эффективного действия по цели - это расстояние, на котором с заданной вероятностью обеспечивается поражение ее одной очередью или одним выстрелом. Эффективность - комплексное понятие, объединяющее ряд параметров, таких как кинетическая энергия системы, кучность стрельбы, скорострельность, специальные действия, и еще ряд параметров, не зависящих от комплекса стрелкового оружия (например, обученность стрелка).

Кинетическая энергия - основной параметр мощности патрона:

$$E = \frac{mV^2}{2}, \text{ Дж},$$

где  $m$  - масса пули, кг;

$V$  - скорость пули, м/с.

Заданная вероятность попадания в цель зависит от кучности стрельбы, меткости оружия и обученности стрелка. Специальные действия зависят в основном от конструкции патрона.

К специальным действиям следует отнести: пробивное, зажигающее, трассирующее и другие действия, способствующие выполнению поставленной задачи. Очень важной характеристикой является безопасность в служебном обращении: патрон не должен срабатывать при падении, утыкании в детали оружия, хранении, досылке, при нагреве ствола. Патроны, снаряженные ВВ, не должны срабатывать массой в заводской упаковке при попадании в ящик пули.

Одна из важных эксплуатационных характеристик - это способность сохранять боевые характеристики в любых метеорологических условиях и при длительном хранении в пределах гарантийного срока. При планировании модернизации существующего или создании нового патрона разрабатываются тактико-техническое задание (ТТЗ), тактико-технические требования (ТТТ) в зависимости от вида патрона, где учитываются не только существующие характеристики целей, но и предусматривается их изменение в будущем. Такой подход к проектированию обеспечивает длительность востребования принятого на вооружение патрона.

### 2.3. Явление выстрела

Для обеспечения надежности действия патронов необходимо знать их внутреннюю и внешнюю баллистику. Эксплуатация патрона начинается с выстрела. Под действием внешнего импульса бойка воспламеняет состав капсюля-воспламенителя, и загорается пороховой заряд. Вначале, до достижения давления форсирования (начало движения пули), порох горит в постоянном объеме, затем в переменном, сообщая движение пуле с определенным ускорением. Процесс выстрела всегда сопровождается действием на оружие силы отдачи при вылете пули из канала ствола.

Одновременно с началом движения пули в стволе оружие начинает двигаться в противоположную сторону. Такое движение и называют отдачей (откатом) оружия.

Количество движения определяется формулой Пиобера

$$QV_1 = \left(m + \frac{\omega}{2}\right) \cdot V, \quad (1)$$

где: Q - масса оружия, кг;

$V_1$  - скорость отдачи оружия, м/с;

m - масса пули, кг;

$\omega$  - масса заряда, кг;

V - скорость пули, м/с.

При вычислении отдачи оружия по указанной формуле она оказывается ниже действительной. Это объясняется тем, что формула не учитывает последствия действия газов. Формула (1) с учетом последствия действия газов записывается так:

$$QV_1 = \left(m + \beta \cdot \frac{\omega}{2}\right) \cdot V,$$

где  $\beta$  - коэффициент, учитывающий действие газов в период «последствия».

На основании многочисленных опытов была предложена формула определения коэффициента  $\beta$ :

$$\beta = \frac{V_2}{V},$$

где  $V_2$  - скорость истечения газов из ствола,  $V_2=1270...1433$  м/с. По данным баллистов ведущих стран,

$$\beta = \frac{1275}{V} \text{ (Россия); } \beta = \frac{1300}{V} \text{ (Франция); } \beta = \frac{1433}{V} \text{ (США).}$$

Имеется ряд других формул учета воздействия на отдачу периода последствия. Значение коэффициента, вычисленного по различным формулам, имеет расхождение не более 6%.

Энергия отката (отдачи)

$$E = \frac{QV^2}{2}, \text{ Дж}$$

Скорость отдачи вдоль оси ствола:

$$V = \frac{(m + \beta \cdot \omega) \cdot V_0}{Q}, \text{ м/с,}$$

где  $V_0$  – дульная скорость, м/с.

Дульная энергия:

$$E_0 = \frac{mV_0^2}{2}, \text{ Дж,}$$

Дульная энергия отличается от величины полной работы давления пороховых газов на величину неизбежных потерь. Неизбежные потери учитываются коэффициентом фиктивной массы пули  $f$ :  $f = 1,11... 1,12$  - для пули с мягкой оболочкой;  $f = 1,12... 1,2$  - для пули со стальной оболочкой. Тогда

$$E_0 = \frac{f \cdot mV_0^2}{2}, \text{ Дж,}$$

Реально в процессе выстрела под действием отдачи оружие совершает движение назад в горизонтальной плоскости и вверх - в вертикальной плоскости. В вертикальной плоскости оружие совершает вращательное движение вокруг точки опоры под действием пары сил (рис. 2.2). Следовательно, нам необходимо найти положение ствола в момент вылета пули из канала ствола по времени:

$$t_0 \cdot F \cdot dt = J \cdot \omega,$$

где  $t_0$  – начальный момент времени;

$F$  - усилие вдоль оси ствола;

$J = Q \cdot R$  - момент инерции оружия относительно оси вращения в данный момент;

$R$  - плечо от центра массы оружия до точки опоры;

$v$  - угловая скорость,  $v = \frac{d\varphi}{dt}$ ;

$\varphi$  - угол подскока ствола в вертикальной плоскости.

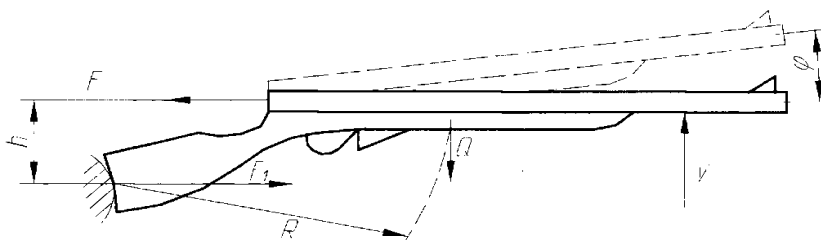


Рис. 2.2. Откат оружия при выстреле:  $F_1$  - реакция опоры

Интегрируя уравнение  $\int_0^t F \cdot dt = mV_0$ , получаем  $m \cdot h \cdot V_0 = J \cdot v$ , где  $h$  - плечо между силой отдачи и реакцией плеча. Интегрируя это уравнение, получим  $m \cdot h \cdot \int V \cdot dt = J \cdot \varphi$ . Отсюда

$$\varphi = \frac{m \cdot h}{J} \cdot \int_0^t V dt = \frac{m \cdot h}{J} \cdot L,$$

где  $L$  - длина нарезной части ствола.

В приведенном расчете энергии отдачи принят ряд допущений. Поступательное движение и так называемый подброс оружия вызваны силами, зависящими от многих непостоянных факторов: состояния оружия, способа его удержания, баллистических свойств боеприпасов. Кроме того, потери энергии зависят также от многих внешних факторов. Здесь также не учитываются потери на работу автоматики. Несмотря на это, указанная методика расчета отката оружия облегчает выбор лучшего варианта проектируемых патронов и оружия на стадии эскизного проекта.

К внутренней баллистике относится часть процесса выстрела до вылета пули из канала ствола и замер начальной скорости. Полет пули по траектории рассматривается внешней баллистикой.

## 2.4. Элементы внешней баллистики

Получив начальную скорость, пуля стремится по инерции сохранить то направление, которое ей было придано стволом. При вылете из ствола на пулю действуют сила притяжения земли и сила со-

противления воздуха. В результате действия этих сил пуля теряет скорость и перемещается по кривой линии. Путь пули от точки вылета до цели называется траекторией (рис. 2.3). Траектория полета пули - это геометрическое место положений центра масс метаемого элемента при его движении после вылета из канала ствола. Рассмотрим основные составляющие траектории пули.

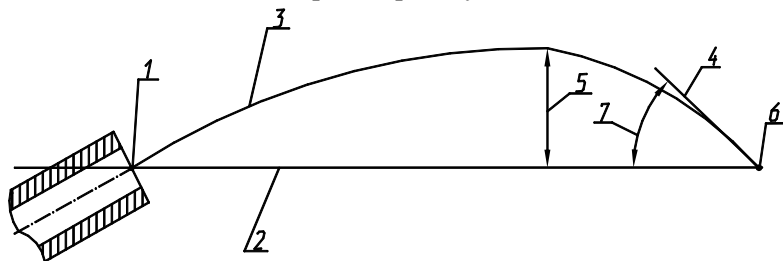


Рис. 2.3. Элементы траектории полета пули

Началом траектории является точка вылета пули. Точка вылета - это центр сечения канала ствола 1 в плоскости дульного среза. Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета, называется горизонтом оружия 2. Восходящая (3) и нисходящая (4) ветви - это части траектории до вершины и за вершиной траектории. Высота траектории - это расстояние от вершины траектории до горизонта оружия 5. Точка падения пули - это точки пересечения нисходящей ветви траектории с горизонтом оружия 6. Угол падения 7 - это угол между касательной к траектории в точке падения и горизонтом. Вершина траектории - наивысшая точка траектории над горизонтом оружия. Наводка оружия в цель осуществляется с помощью прицельного приспособления. Линия прицеливания (рис.2.4) представляет собой прямую, проходящую от глаза стрелка через прорезь прицела и вершину мушки в точку прицеливания.

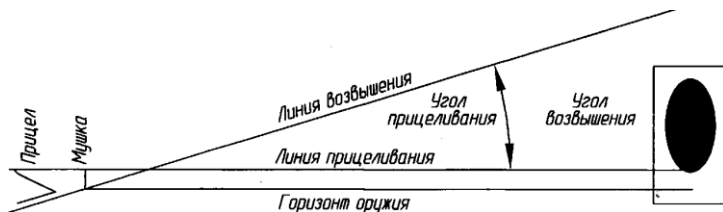


Рис. 2.4. Наведение оружия на цель без учета отдачи

Точка прицеливания - точка пересечения линии прицеливания с целью. Угол прицеливания - угол, составленный линией прицеливания и горизонтом оружия. Линия возвышения - прямая линия, являющаяся продолжением оси канала ствола при наводке. Угол возвышения - угол, составленный линией возвышения и линией возвышения.

При выстреле в результате сил отдачи оружие изменяет положение (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Наведение оружия на цель с учетом отдачи

Линия бросания - прямая, являющаяся продолжением оси канала ствола в момент выстрела. Угол бросания - угол, составленный линией бросания и горизонтом оружия. Угол вылета - угол, составленный линией возвышения и линией бросания. Угол места цели - угол, составленный линией прицеливания и горизонтом оружия. Угол возвышения - алгебраическая сумма углов прицеливания и места цели. Угол падения - угол, составленный касательной к траектории в точке падения с горизонтом оружия.

Наибольшая дальность пули достигается уже при бросании примерно около  $30^{\circ}$ . Траекторию, образуемую при бросании от  $0$  до  $30^{\circ}$ , принято называть настильной, а траекторию, получаемую при бросании более  $35^{\circ}$ , - навесной. Учитывая особенности применения стрелкового оружия, стремятся к разработке патронов, при стрельбе которыми получается настильная траектория. Настильная траектория определяет дальность прямого выстрела. Характер траектории пули зависит от многих причин: скорости пули, ее формы, атмосферного давления, температуры и т.д.

Сочетание всех факторов, влияющих на пулю в полете, опре-



деляется баллистическим коэффициентом  $C$ . Баллистический коэффициент определяет потерю скорости на полете, то есть, определение ее возможности по действию на цель на различных дальностях. Чем меньше значение баллистического коэффициента, тем следует ожидать меньшую потерю ее скорости на полете в сравнении с пулей, имеющей большее значение баллистического коэффициента (табл. 1 прил. 1). Таким образом, для полного использования возможностей конкретного патрона необходимо знать его баллистический коэффициент.

### 2.5. Определение баллистического коэффициента

При определении баллистического коэффициента  $C$  опытным путем траектория разбивается на отдельные участки по 200...300 м и выбирается относительно ровный участок. В начале и в конце участка устанавливаются блокирующие устройства (рис. 2.6).

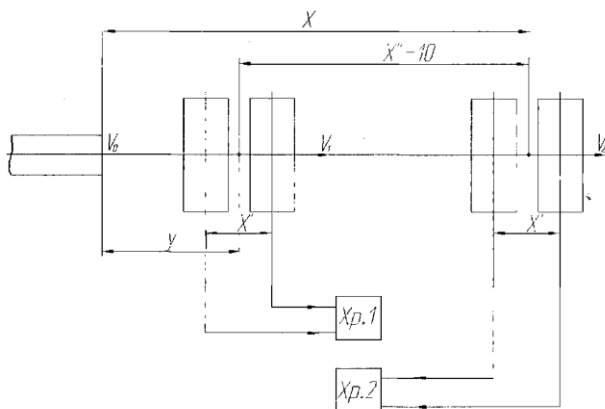


Рис. 2.6. Схема определения баллистического коэффициента  $C$ :  
 $y$  - расстояние от дульного среза до середины базы блокирования;  
 $x$  - расстояние между блокирующими устройствами

Методика определения скорости обычная. Блокирующие устройства применяют, исходя из сохранения целостности блокирующих устройств. Производят десять выстрелов и определяют среднее значение  $V_0$  и  $V_c$ . Фактическое значение  $C$  определяют с помощью таблиц основной функции (табл. 2 прил. 1). Полученные значения скоростей приводят к нормальным метеорологическим условиям (при необходимости):

$$C = \frac{D(V_c) - D(V_0)}{X},$$

где  $C$  - баллистический коэффициент,  $\text{м}^2/\text{кгс}$ ;

$D(V_c)$  - значение основной функции от скорости в конце определяемого участка;

$D(V_0)$  - значение основной функции от скорости у дульного среза;

$X$  - расстояние между началом и концом участка.

**Пример (2.1).** Определить среднее значение баллистического коэффициента  $C$  на дальности 300 м. При замере скорости было определено  $V_0 = 855$  м/с,  $V_c = 636$  м/с. Здесь  $X = 300$  м от дульного среза по таблице внешней баллистики (табл. 2 прил. 1). Находим основные функции  $D(V_0)$  и  $D(V_c)$  по скоростям  $V_0$  и  $V_c$ :

$$C = \frac{8800 - 6780}{300} = 6,73 \text{ м}^2/\text{кгс} \text{ (по закону 1943 г.)}$$

Определяем  $C$  опытным путем, при этом следует знать, что баллистический коэффициент - величина непостоянная. Баллистический коэффициент изменяется:

- от температуры воздушной среды (по некоторым данным на каждые  $15^0$  С изменение в 1,045 раза);

- от плотности воздуха, т.е. при изменении давления;

- от влажности воздуха;

- от формы пули;

- от коэффициента веса пули  $C_q$

Баллистический коэффициент также можно определить по коэффициенту формы пули:

$$C = \frac{i \cdot d^2}{m} \cdot 1000,$$

$$i = \frac{0,3}{\sqrt{0,5 \cdot d}} \cdot \left( 1,23 - 0,15 \cdot \frac{d}{d'} \right) + \frac{h_1}{1 + 4h_1^2} \cdot \frac{1285 + K}{4200} - \frac{500}{120 + V_0} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d'}{d} \right)^2 \right],$$

где  $d$  - калибр, см;

$d'$  - диаметр хвостовой части (донного среза пули);

$h_1$  - длина головной части пули, в калибрах;

$K$  - коэффициент, зависящий от дальности.

$$\text{Если } X \leq 1800 \cdot \left( \frac{d}{0,0762} \right), \text{ то } K=X;$$

если  $X \geq 1800 \cdot \left( \frac{d}{0,0762} \right)$ , то принимается  $K = 1800 \cdot \left( \frac{d}{0,0762} \right)^2$

Для сверхзвуковых скоростей

$$i = 1,1 - 0,343 \cdot \frac{h}{d} + 0,042 \cdot \left( \frac{h}{d} \right)^2,$$

где  $h$  - высота головной части.

### **3. КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАЖИГАТЕЛЬНЫХ ПУЛЬ К ПАТРОНАМ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ ПО ИХ ДЕЙСТВИЮ**

Основным поражающим элементом патрона является пуля. По действию пуль по цели их можно разделить на два вида: обыкновенные пули, или пули общего назначения, и специальные.

Пули общего назначения - это пули, предназначенные для поражения живой силы противника, оснащенного индивидуальными средствами защиты.

К специальным действиям пуль следует отнести:

- зажигательную способность - способность зажигать горючие вещества;

- трассирование – способность делать видимой траекторию полета пули, что дает возможность корректировать ведение огня;

- бронепробитие - способность пули пробивать защиту;

- разрывное - способность пули поражать цель осколками.

Как правило, пули обладают комбинированными действиями, преобладание одного из которых определяет ее назначение и место в боекомплекте.

Зажигательные пули применяются для зажигания топлив боевых и вспомогательных машин и других горючих материалов. Объектами поражения зажигательных пуль можно назвать такие цели, как вертолеты, низколетящие самолеты, самодвижущиеся артиллерийские установки, тягачи и другая легкобронированная и небронированная техника, склады с топливом, хранилища боеприпасов, огневые точки полевого типа.

Зажигательные пули делятся на два основных вида:

- с воспламенением зажигательного состава при полете;

- с возгоранием зажигательного состава при встрече с целью или преградой.