

МИНИСТЕРСТВО ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН
КАРАГАНДИНСКАЯ АКАДЕМИЯ
ИМ. БАРИМБЕКА БЕЙСЕНОВА

Кафедра военной и тактико-специальной подготовки

ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА

Тема № 2. Краткие сведения из внутренней и внешней баллистики.

Подготовил: старший
преподаватель кафедры
ВиТСП Махметов Е.М.

Обсуждена и одобрена на
заседании кафедры протокол
№__от___._____.20 г.

Караганда- 2023 г.

По дисциплине «ОГНЕВАЯ ПОДГОТОВКА» для обучающихся по образовательной программе 6В12301 Правоохранительная деятельность.

Подготовил:

Старший преподаватель
кафедры Военной и тактико-специальной
подготовки капитан полиции

Е.М. Махметов

Обсуждено и утверждено на заседании кафедры
Протокол №__ «__» _____ 2023 год

Начальник кафедры
Военной и тактико-специальной подготовки
подполковник полиции

Ф.Е. Борибай

Цели и задачи:

1. Ознакомить обучаемых с основами стрельбы.
2. Дать понятие о внутренней и внешней баллистике.
3. Воспитать у обучаемых уверенность в надежности и безотказности стрелкового оружия.

Учебные вопросы:**1. Внутренняя баллистика:**

- а) взрывчатые вещества
- б) выстрел и его периоды;
- в) начальная скорость пули и ее практическое значение;
- г) отдача оружия и угол вылета.

2. Внешняя баллистика:

- а) траектория и ее элементы;
- б) наводка и ее элементы.
- в) прямой выстрел;
- г) влияние условий стрельбы на полет пули (гранаты);
- д) стрельба по неподвижным, появляющимся и движущимся целям.

Материальное обеспечение:

Плакаты по основам стрельбы.

Макеты зерен пороха различных форм и марок.

Макеты шашек основных дробящих взрывчатых веществ.

Разрезные патроны стрелкового оружия.

Макеты траекторий.

Литература:

1. Наставление по стрелковому делу. Москва - 1987.
2. Огневая подготовка. Часть первая. Основы и правила стрельбы. Управление огнём. / Под общей редакцией к. в. н. доцента Семёнова Ю.И. - М.: Воениздат. 1978. С. 336.
3. Алфёров В.В. Конструкция и расчёт автоматического оружия. - М.: 1977.
4. Горст А.Г. Пороха и взрывчатые вещества. Изд. 3 перераб. - М.: Машиностроение. 1972. С. 146-177.
5. Кувеко А.Е. Внутренняя баллистика. К.: КВИАВУ 1969.
6. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. - М.: Гос. Науч.-Тех. Издат. Оборонгиз. 1962. с. 703.
7. Чурбанов Е.В. Внутренняя баллистика. Учебник. - Л.: Артакадемия. 1975.
8. Вольф В. Внутренняя баллистика. - Берлин: 1961. С. 94.

9. Меленис Б.Г. Термическое разложение и горение взрывчатых веществ и порохов. - М.: Наука. 1996.
10. Савченко С.С. "Учебные стрелковые приборы и пособия", Москва - 1963 .
11. Учебное пособие «Огневая подготовка» Е.М. Махметов. Е.Н. Бухарбаев. Караганда 2022 г.

ВВЕДЕНИЕ

Огневая подготовка работников органов внутренних дел является одной из основных частей боевой подготовки.

Стрелковое оружие, состоящее на вооружении в органах внутренних дел, обладает высокими боевыми качествами: значительной дальностью действительного огня, большой скорострельностью, хорошей меткостью. Оно, как правило, автоматическое, имеет малый вес, небольшие размеры и безотказно.

Работники органов внутренних дел обязаны в совершенстве владеть табельным оружием, знать основы стрельбы, материальную часть табельного оружия, приёмы и правила стрельбы, меры безопасности, правила обращения, хранения и сбережения оружия. Это является основой умелого и уверенного владения им в любых условиях обстановки при выполнении служебно-боевых задач.

1. Внутренняя баллистика

Внутренняя баллистика изучает явления, происходящие в канале ствола во время выстрела, движение снаряда по каналу ствола, характер сопровождающих это явление термо- и аэродинамических зависимостей, как в канале ствола, так и за его пределами в период последствия пороховых газов.

Внутренняя баллистика решает вопросы наиболее рационального использования энергии порохового заряда во время выстрела с тем, чтобы снаряду заданного веса и калибра сообщить определенную начальную скорость (V_0) при соблюдении прочности ствола. Это дает исходные данные для внешней баллистики и проектирования оружия.

а) Взрывчатые вещества

Взрывчатые вещества (ВВ) являются источником энергии, очень широко используемой в военном деле для различных целей - для метания снарядов (мин, пуль, гранат), для разрыва снарядов, для подрывных работ и т. д.

Взрывчатое вещество (ВВ) — химическое соединение или их смесь, способное в результате определённых внешних воздействий или внутренних процессов взрываться, выделяя тепло и образуя сильно нагретые газы. Комплекс процессов, который происходит в таком веществе, называется детонацией.

По боевому применению все ВВ делятся на четыре класса:

*инициирующие,
дробящие,
метательные,
пиротехнические.*

Классификация ВВ

По составу:

1. Индивидуальные химические соединения.

Большинство таких соединений представляют собой кислородосодержащие вещества, обладающие свойством полностью или частично окисляться внутри молекулы без доступа воздуха. Существуют соединения, не содержащие кислород, но обладающие свойством взрываться (разлагаться) (азиды, ацетилены, диазосоединения и др.). Они, как правило, обладают неустойчивой молекулярной структурой, повышенной чувствительностью к внешним воздействиям (трению, удару, нагреву, огню, искре, переходу между фазовыми состояниями, другим химическим веществам) и относятся к веществам с повышенной взрывоопасностью.

2. Взрывчатые смеси-композиты.

Состоят из двух и более химически не связанных между собой веществ. Многие взрывчатые смеси состоят из индивидуальных веществ, не имеющих взрывчатых свойств (горючих, окислителей и регулирующих добавок).

3. По физическому состоянию

*газообразные
жидкие
гелеобразные
суспензионные
эмульсионные
твёрдые*

В военном деле применяются преимущественно твёрдые (конденсированные) ВВ.

Твёрдые ВВ могут быть
*монолитными (тол)
порошкообразными (гексоген)
гранулированными (аммиачно-селитренные взрывчатые вещества)
пластичные
эластичные.*

СВОЙСТВА ВВ.

Иницирующими ВВ называются взрывчатые вещества, способные под действием начального импульса (удар, трение, сжатие, искра, пламя, нагрев) детонировать и вызывать воспламенение, взрыв или детонацию других ВВ. Иницирующие ВВ применяются для снаряжения капсюлей патронов, капсюльных втулок артиллерийских выстрелов и взрывателей к минам, снарядам и гранатам.

Важнейшими представителями этой группы являются: гремучая ртуть, азид свинца, ТНРС, тетразен.

Бризантные ВВ.

Это, собственно и есть то, о чем говорят и пишут. Ими снаряжают снаряды, мины, бомбы, ракеты, фугасы.

Бризантные ВВ по их взрывным характеристикам делят на три группы:
*****повышенной мощности** (представители - гексоген, тэн, тетрил);
****нормальной мощности** (представители - тротил, мелинит, пластит);
***пониженной мощности** (представители - аммиачная селитра и ее смеси).

Метательные ВВ.

Это различные пороха - черный дымный, бездымные пироксилиновые и нитроглицериновые. К ним также относят различные пиротехнические смеси для фейерверков, сигнальных и осветительных ракет, осветительных снарядов, мин, авиабомб. Их отличительная особенность — способность к взрывчатому превращению в форме быстрого сгорания, но без детонации.

Пиротехнические ВВ.

Пиротехнические составы применяются для получения пиротехнических эффектов (светового, дымового, зажигательного, звукового и т. д.). **Основной вид взрывчатых превращений пиротехнических составов — горение.**

Взрывчатыми веществами называются такие вещества, которые при определенных условиях (трении, ударе и т. п.) быстро превращаются в большое количество сильно нагретых газов.

Взрывом называется явление быстрого физического или химического изменения вещества, сопровождающееся таким же быстрым превращением его потенциальной энергии в механическую работу .

ПРИЗНАКИ ВЗРЫВА:

Первый признак - скоротечность взрыва.

Второй признак - образование большого количества газов.

Третий признак - выделение большого количества тепла

В зависимости от скорости реакции взрывчатого превращения различают три вида взрывов:

**быстрое горение,
 собственно взрыв,
 детонацию.**

Для того, чтобы начался процесс взрыва необходимо внешнее воздействие, требуется подать на ВВ определенное количество энергии.

Внешние воздействия подразделяются на следующие типы:

1. *Механическое (удар, накол, трение).*
2. *Тепловое (искра, пламя, нагревание)*
3. *Химическое (хим.реакция взаимодействия какого-либо вещества с ВВ)*
4. *Детонационное (взрыв рядом с ВВ другого ВВ).*

Основные характеристики пороха

Количество тепла, выделяемого при сгорании 1 кг пороха и при охлаждении газов до 15°C

Объём газов при давлении 760 мм и температуре 0°C , образовавшихся при взрыве 1 кг пороха

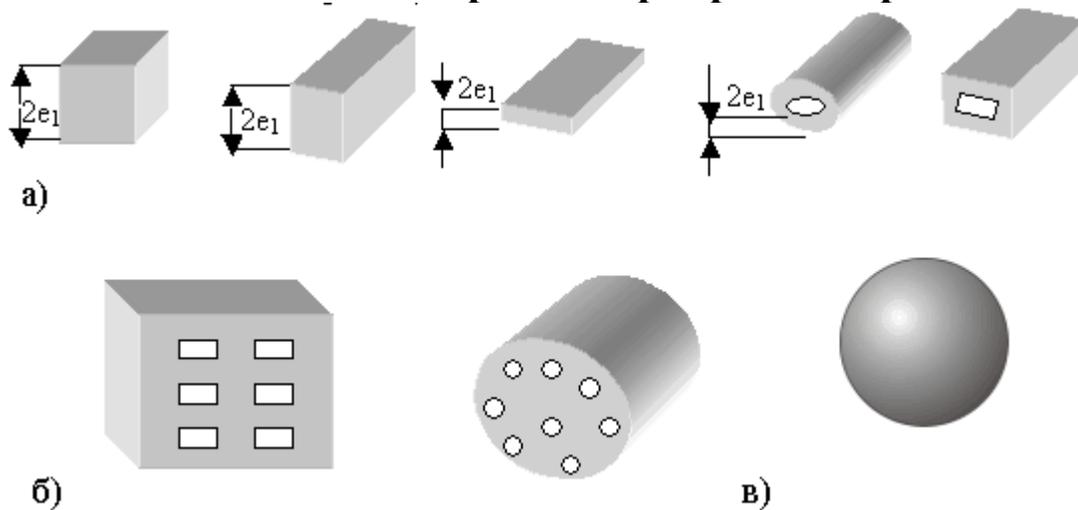
Температура горения, т. е. температура, которую имеют пороховые газы в момент их образования.

Баллистические характеристики порохов

"Сила" пороха - работа, которую могли бы совершить газы при сгорании 1 кг пороха.

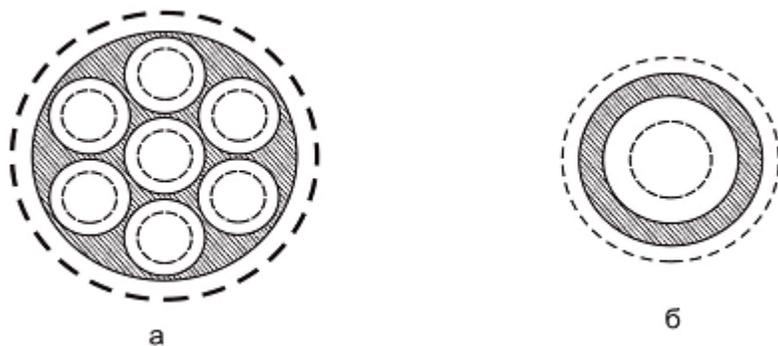
Скорость горения пороха при давлении 1 кг/см².

Форма и маркировка порохов



а) дегрессивного горения, б) прогрессивного горения,

в) сферические, где: $2e_1$ - толщина горящего свода.



Схематическое изображение горения порохов: а) с семью каналами; б) с одним каналом.

б) Выстрел и его периоды.

Выстрелом называется выбрасывание пули (гранаты) из канала ствола оружия энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда. От удара бойка по капсюлю боевого патрона, посланного в патронник, взрывается ударный состав капсюля и образуется пламя, которое через затравочные отверстия в дне гильзы проникает к пороховому заряду и воспламеняет его. При сгорании порохового (боевого) заряда образуется большое количество сильно нагретых газов, создающих в канале ствола высокое давление на дно пули, дно и стенки гильзы, а также на стенки ствола и затвор.

В результате давления газов на дно пули она сдвигается с места и врывается в нарезы; вращаясь по ним, продвигается по каналу ствола с непрерывно возрастающей скоростью и выбрасывается наружу по направлению оси канала ствола. Давление газов на дно гильзы вызывает движение оружия (ствола) назад.

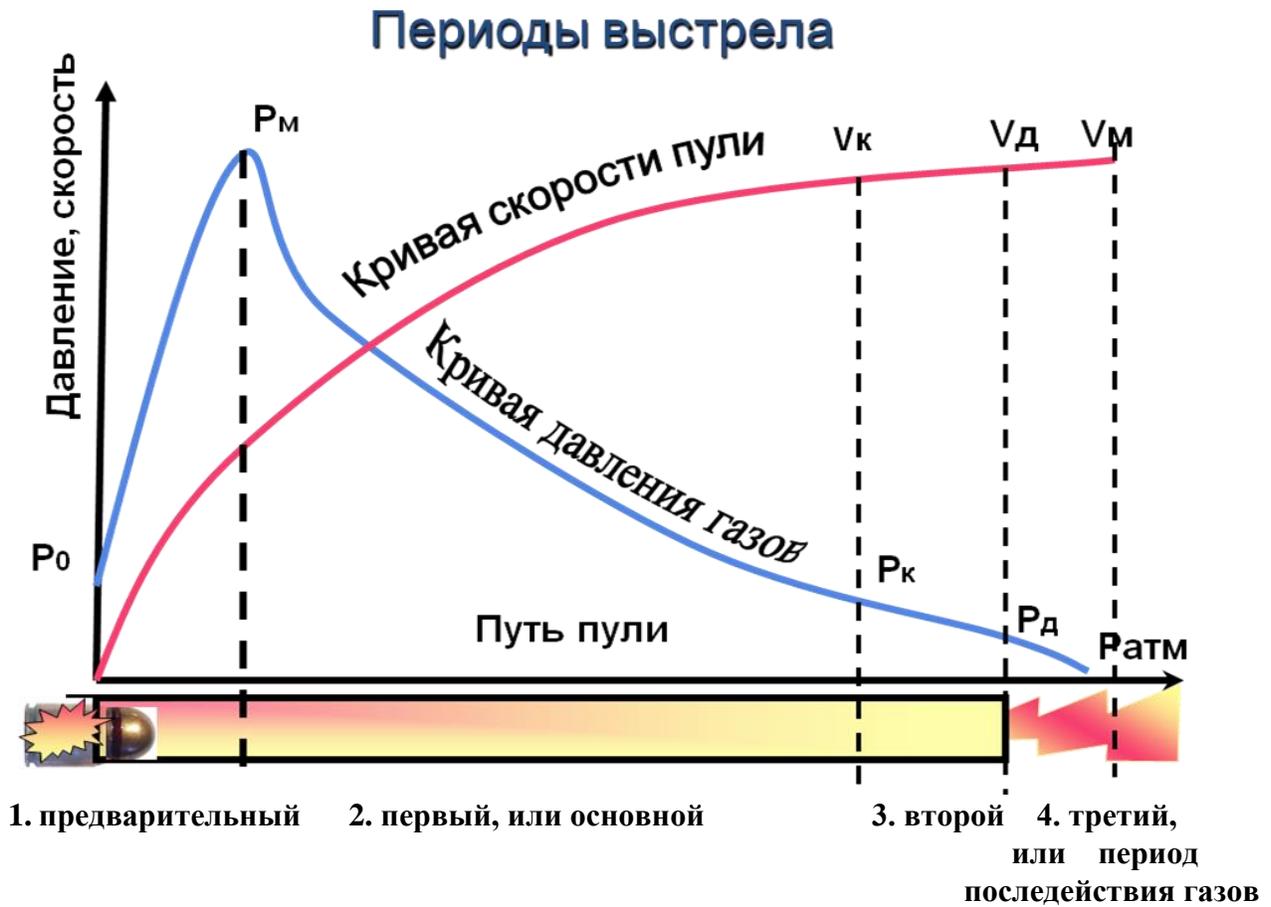
При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов, отводимых через отверстие в стенке ствола - снайперская винтовка Драгунова, часть пороховых газов, кроме того, после прохождения через него в газовую камеру, ударяет в поршень и отбрасывает толкатель с затвором назад.

При сгорании порохового заряда примерно 25-35% выделяемой энергии затрачивается на сообщение пуле поступательного движения (основная работа); 15-25 % энергии — на совершение второстепенных работ (врезание и преодоление трения пули при движении по каналу ствола; нагревание стенок ствола, гильзы и пули; перемещение подвижной части оружия, газообразной и не сгоревшей части пороха); около 40 % энергии не используется и теряется после вылета пули из ствола канала.

Явление выстрела

Выстрел происходит в очень короткий промежуток времени (0,001-0,06с.). При выстреле различают четыре последовательных периода:

- Предварительный
-
- Первый, или основной
-
- Второй
-
- Третий, или период последствия газов



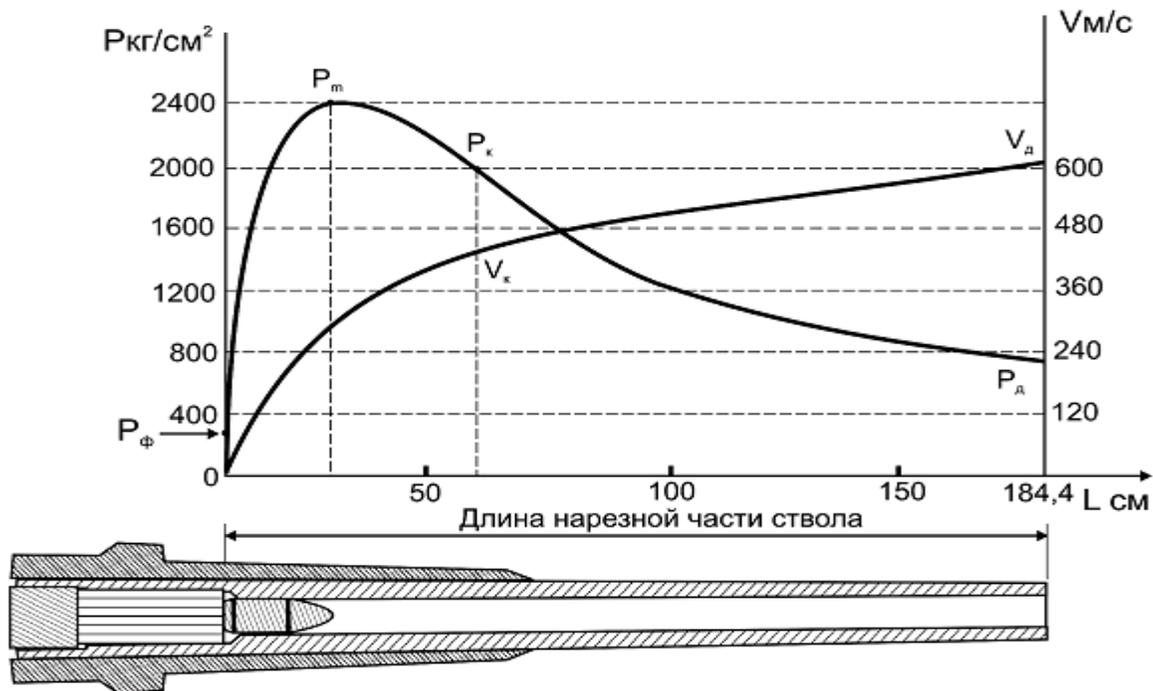


График изменения давления газов и скорости снаряда в стволе в зависимости от пути.

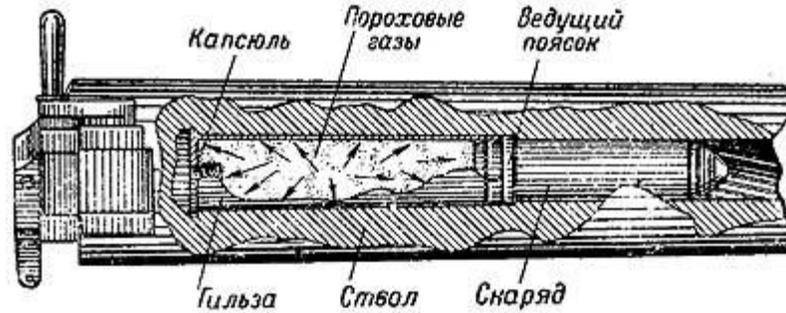
Данные о величинах давления и скорости на каждом участке получают расчётным путём при решении основной задачи внутренней баллистики, а после создания опытного образца оружия - специальными приборами.

Деление явления выстрела на рассмотренные периоды основывается на возможности для каждого отдельного периода производить математические расчёты величин давления газов и скорости снаряда.

Так, в предварительном периоде, когда горение происходит в постоянном объёме, расчёты производятся по формулам пиростатики.

Пиростатика - раздел внутренней баллистики, изучающий законы горения пороха, образования газов и развития давления при неподвижном снаряде.

Предварительный период длится от начала горения порохового заряда до полного врезания оболочки пули в нарезы ствола. В течение этого периода в канале ствола создается давление газов, необходимое для того, чтобы сдвинуть пулю с места и преодолеть сопротивление ее оболочки врезанию в нарезы ствола. Это давление называется давлением форсирования; оно достигает 250 - 500 кг/см² в зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки.



Принимают, что горение порохового заряда в этом периоде происходит в постоянном объеме, оболочка врезается в нарезы мгновенно, а движение пули начинается сразу же при достижении в канале ствола давления форсирования.

В первом периоде расчёты производятся по формулам, учитывающим горение пороха в изменяющемся объёме, а во втором периоде величина давления газов и скорости снаряда определяется по формулам свободного расширения газов.

Эти два периода входят в раздел баллистики, называемый пиродинамикой. Пиродинамика - раздел баллистики, изучающий законы газообразования и возникновения движения снаряда с учётом охлаждения газов и совершения механических работ.

Первый, или основной, период длится от начала движения пули до момента полного сгорания порохового заряда. В этот период горение порохового заряда происходит в быстро изменяющемся объеме. В начале периода, когда скорость движения пули по каналу ствола еще невелика, количество газов растёт быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), давление газов быстро повышается и достигает наибольшей величины - винтовочный патрон 2900 кг/см^2 . Это давление называется максимальным давлением. Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей 4 - 6 см пути. Затем вследствие быстрого скорости движение пули объем запульного пространства увеличивается быстрее притока новых газов, и давление начинает падать, к концу периода оно равно примерно $2/3$ максимального давления. Скорость движения пули постоянно возрастает и к концу периода достигает примерно $3/4$ начальной скорости. Пороховой заряд полностью сгорает незадолго до того, как пуля вылетит из канала ствола.

Второй период длится до момента полного сгорания порохового заряда до момента вылета пули из канала ствола. С началом этого периода приток пороховых газов прекращается, однако сильно сжатые и нагретые газы расширяются и, оказывая давление на пулю, увеличивают скорость ее движения. Спад давления во втором периоде происходит довольно быстро и у дульного среза дульное давление составляет у различных образцов оружия $300 - 900 \text{ кг/см}^2$.

Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.

Период последствий изучается разделом внутренней баллистики - газодинамикой.

Газодинамика изучает явления, связанные с движением и истечением газов в период последствий, а также истечения их через сопло реактивных снарядов, через отверстия дульных тормозов и пр.

Третий период, или период последствий газов длится от момента вылета пули из канала ствола до момента прекращения действия пороховых газов на пулю. В течение этого периода пороховые газы, истекающие из канала ствола со скоростью 1200 - 2000 м/с, продолжают воздействовать на пулю и сообщают ей дополнительную скорость. Наибольшей (максимальной) скорости пуля достигает в конце третьего периода на удалении нескольких десятков сантиметров от дульного среза ствола. Этот период заканчивается в тот момент, когда давление пороховых газов на дно пули будет уравновешено сопротивлением воздуха.

Длина участка последствий у стрелкового оружия достигает нескольких десятков сантиметров, а у некоторых артиллерийских систем до нескольких метров.

Для некоторых видов оружия, особенно короткоствольного, например, пистолетов, из-за короткого ствола второй и третий период объединяются в один. То есть порох не успевает полностью сгореть в стволе и частицы пороха догорают в воздухе.

Для боеприпасов с отсечкой пороховых газов остаются в силе только два с половиной периода
А именно:

- предварительный период.
- первый или основной.
- частично второй.

Предварительный период остаётся таким же, как и у всех видов боеприпасов. Первый период протекает до момента полного сгорания пороха, часть второго периода после сгорания пороха поршень продолжает движение до полного раскрытия цилиндра.

Пуля продолжает движение по стволу за счёт приданной энергии. В некоторых случаях порох в первом периоде не сгорает, а поршень останавливается. Догорание пороха происходит в постоянном объёме. В данном случае второй период отсутствует. Пуля продолжает движение по стволу за счёт приданной энергии

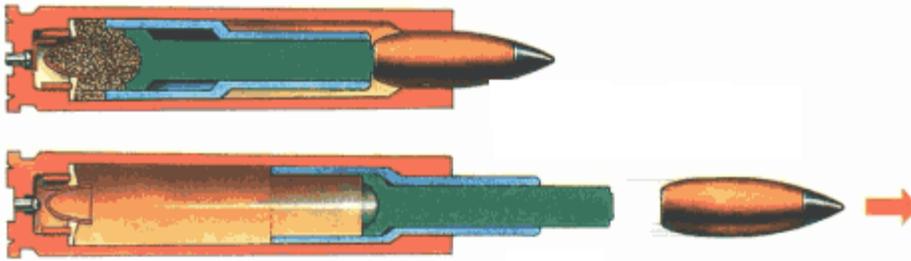


Рис. 4. Патрон СП-3

Образование звуковой волны

Раскалённые пороховые газы, истекающие из ствола вслед за снарядом, при встрече с воздухом вызывают ударную волну, которая является источником звука выстрела.

Смешивание раскалённых пороховых газов с кислородом воздуха вызывает вспышку, наблюдаемую как пламя выстрела.

Звук выстрела, порождаемый дульной волной, - основная составляющая «шумности» любого огнестрельного оружия - объясняется высокими давлением и температурой пороховых газов у дульного среза, намного превосходящими давление и температуру окружающего воздуха.

Быстрое расширение пороховых газов после вылета из ствола, сменяющееся разрежением, в силу упругости воздуха создаёт дульную ударную волну и сопровождается резким и громким звуком, распространяющимся по всем направлениям. Особенно резок звук выстрела в начальной фазе возбуждения дульной волны.

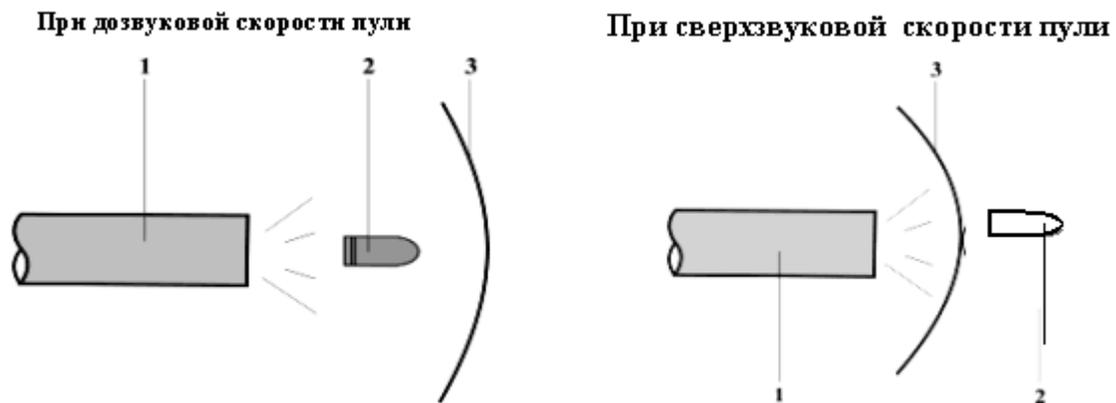


Рис. 6. Образование при выстреле дульной и баллистической звуковых волн. 1-ствол; 2-пуля; 3-дульная волна.

в). Начальная скорость пули и ее практическое значение.

Начальной скоростью называется скорость движения пули у дульного среза ствола. За начальную скорость принимается условная скорость, которая несколько больше дульной и меньше максимальной. Она определяется опытным путем с последующими расчетами. Величина начальной скорости пули указывается в таблицах стрельбы и в боевых характеристиках оружия.

Начальная скорость является одной из важнейших характеристик боевых свойств оружия. При увеличении начальной скорости увеличивается дальность полета пули, дальность прямого выстрела, убойное и пробивное действие пули, а также уменьшается влияние внешних условий на ее полет.

Величина начальной скорости пули зависит от:

- длины ствола
- веса пули
- веса, температуры и влажности порохового заряда
- формы и размеров зерен пороха
- плотности заряжания

Чем длиннее ствол, тем большее время на пулю действуют пороховые газы и тем больше начальная скорость. При постоянной длине ствола и постоянном весе порохового заряда начальная скорость тем больше, чем меньше вес пули.

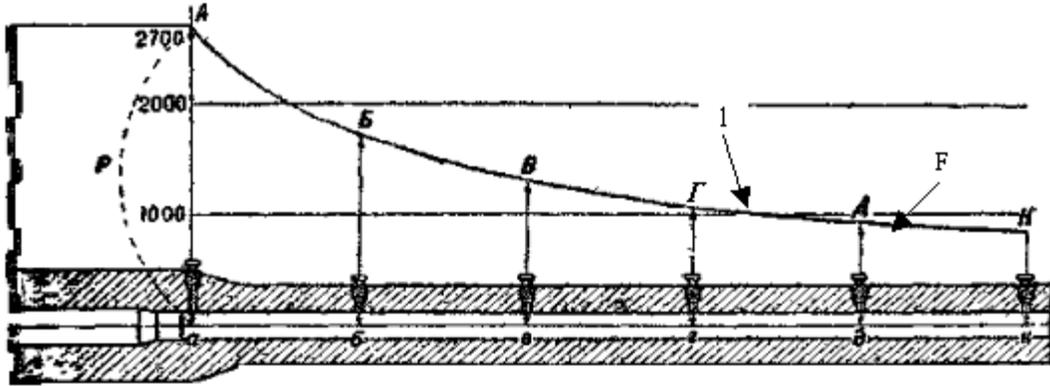
С увеличением длины канала ствола до определённых пределов начальная скорость увеличивается, так как снаряд большее время подвергается действию давления газов (см. табл.).

Например, стрельба из автоматического пистолета Стечкина и пистолета Макарова ведётся одним и тем же патроном.

Зависимость начальной скорости снаряда от длины канала ствола

Длина нарезной части ствола		Начальная скорость V_0 , м/с
оружие	мм	
пистолет Стечкина	126	340
пистолет Макарова	80	315
АК74	372	900
пулемёт РПК74	549	960

Но увеличение длины ствола целесообразно только до тех пор, пока давление газов на дно снаряда превышает сопротивление движению снаряда в канале ствола.



Кривая давления на стенки канала ствола.

F - сила сопротивления ствола; 1 - точка равенствия сил сопротивления ствола и давления пороховых газов.

Относительная длина ствола является одним из признаков деления орудий на пушки, гаубицы и мортиры.

Оружие, предназначенное для стрельбы с большими начальными скоростями (противотанковые и зенитные пушки, дальнобойные орудия), имеет большую длину ствола - **50 и более** калибров. Начальные скорости этих снарядов достигают **800 м/с и более**.

Орудия, предназначенные для стрельбы крутыми траекториями (гаубицы), имеют более короткие стволы - **до 40** калибров.

Миномёты, автоматические и подствольные гранатомёты предназначенные для стрельбы снарядом на небольшие расстояния, имеют стволы длиной **до 20** калибров и дают начальные скорости **менее 300 м/с**.

Изменение веса порохового заряда приводит к изменению количества пороховых газов, а следовательно, и к изменению величины максимального давления в канале ствола и начальной скорости пули. Чем больше вес порохового заряда, тем больше максимальное давление и начальная скорость пули.

Зависимость начальной скорости снаряда от веса заряда

Наименование заряда	Вес заряда (г)	Начальная скорость (м /с)	Наибольшая горизонтальная дальность (м)
Основной	Около 8	70	476
Первый (осн.+1 доп.)	Около 21	132	1505
Второй (осн.+2 доп.)	Около 34	175	2355
Третий (осн.+3 доп.)	Около 47	211	3040

Переменные заряды широко используются в артиллерийских системах, позволяя придавать снарядам наиболее целесообразные начальные скорости для стрельбы на различные дальности по различным целям.

При конструкторской отработке боеприпасов, при проведении пробных стрельб часто используют переменные заряды для проверки прочности гильз, изменения дальности стрельбы, придания различных начальных скоростей.

С повышением температуры порохового заряда увеличивается скорость горения пороха, а поэтому увеличиваются максимальное давление и начальная скорость.

При понижении температуры заряда начальная скорость уменьшается. Увеличение (уменьшение) начальной скорости вызывает увеличение (уменьшение) дальности полета пули. В связи с этим необходимо учитывать поправки дальности на температуру воздуха и заряда (температура заряда примерно равна температуре воздуха).

С повышением влажности порохового заряда уменьшаются скорость его горения и начальная скорость пули.

Формы и размеры пороха оказывают существенное влияние на скорость горения порохового заряда, а следовательно, и на начальную скорость пули. Они подбираются соответствующим образом при конструировании оружия.

Плотностью заряжания называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной пуле (камеры сгорания заряда). При глубокой посадке пули значительно увеличивается плотность заряжания, что может привести при выстреле к резкому скачку давления и вследствие этого к разрыву ствола, поэтому такие патроны нельзя использовать для стрельбы. При уменьшении (увеличении) плотности заряжания увеличивается (уменьшается) начальная скорость пули.

Убойная сила пули характеризуется ее энергией в момент встречи с целью и измеряется в килограммометрах: кгс-м. Энергия движения пули у дульного среза ствола называется начальной энергией. При стрельбе из автомата начальная энергия равна 207 кгс-м, а на дальности 800 м составляет 29 кгс-м.

Для того чтобы вывести человека из строя, достаточно энергии, равной 8 кгс- м.

Пуля стрелкового оружия сохраняет убойную силу до предельной дальности стрельбы.

Пробивное действие пули характеризуется глубиной ее проникновения в преграду определенной плотности.

Так, при стрельбе из винтовки или пулемета на 100 м при попадании перпендикулярно к плоскости преграды пуля пробивает:

- *стальную плиту толщиной до 7 мм;*
- *слой гравия или щебня до 12 см;*

- *кирпичную стену до 15 см;*
- *слой песка, земли и стену из дубового дерева до 45 см;*
- *стену из соснового дерева до 50 см.*

Изменение веса порохового заряда приводит к изменению количества пороховых газов, а, следовательно, и к изменению величины максимального давления в канале ствола и начальной скорости пули. Чем больше вес порохового заряда, тем больше максимальное давление и начальная скорость пули.

С повышением температуры порохового заряда увеличивается скорость горения пороха, а поэтому увеличивается максимальное давление и начальная скорость. При понижении температуры заряда начальная скорость уменьшается. Увеличение (уменьшение) начальной скорости вызывает увеличение (уменьшение) дальности полета пули. В связи с этим необходимо учитывать поправки дальности на температуру воздуха и заряда (температура заряда примерно равна температуре воздуха).

С повышением влажности порохового заряда уменьшается скорость его горения и начальная скорость полета пули.

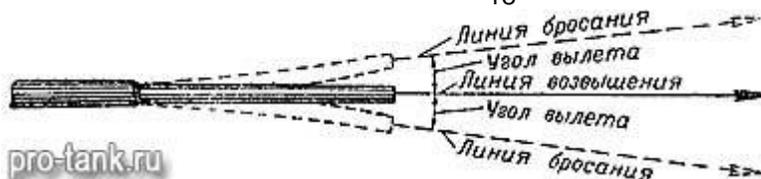
Форма и размеры пороха оказывают существенное влияние на скорость горения порохового заряда, а следовательно, и на начальную скорость полета пули.

Плотность заряжания называется отношение веса заряда к объему гильзы при вставленной пули (камеры сгорания заряда). При глубокой посадке пули значительно увеличивается плотность заряжания, что может привести при выстреле к резкому скачку давления и в следствии этого к разрыву ствола, поэтому такие патроны нельзя использовать для стрельбы. При уменьшении (увеличении) плотности заряжания уменьшается (увеличивается) начальная скорость пули.

г) Отдача оружия и угол вылета.

Отдачей называется движение оружия назад во время выстрела. Отдача ощущается в виде толчка в плечо, руку или грунт. Действие отдачи оружия примерно во столько раз меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия. Энергия отдачи у ручного стрелкового оружия обычно не превышает 2 кг/м и воспринимается стреляющим безболезненно.

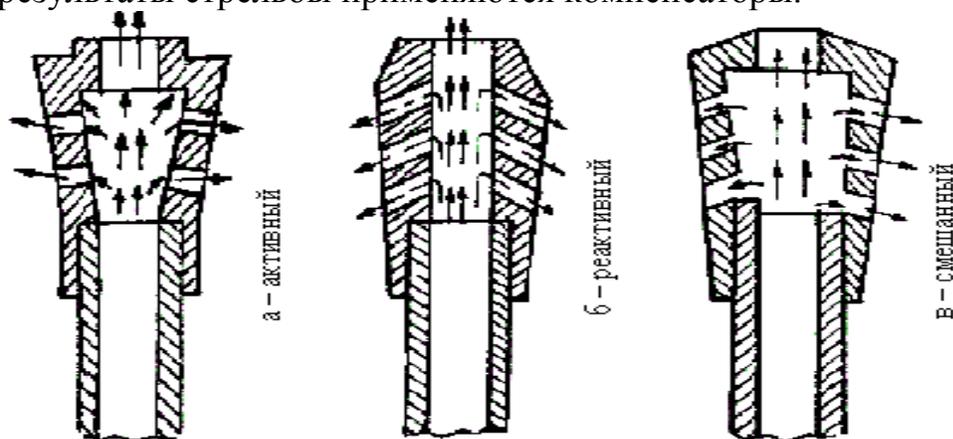
Сила отдачи и сила сопротивления отдаче (упор приклада) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны. Они образуют пару сил, под воздействием которой дульная часть ствола оружия отклоняется кверху. Величина отклонения дульной части ствола данного оружия тем больше, чем больше плечо этой пары сил. Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения — вибрирует. В результате вибрации дульная часть ствола в момент вылета пули может также отклоняться от первоначального положения в любую сторону (вверх, вниз, вправо, влево).



Величина этого отклонения увеличивается при неправильном использовании упора для стрельбы, загрязнении оружия и т.п.

Сочетание влияния вибрации ствола, отдачи оружия и других причин приводят к образованию угла между направлением оси канала ствола до выстрела и ее направлением в момент вылета пули из канала ствола. Этот угол называется углом вылета.

Угол вылета считается положительным, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, отрицательным — когда ниже. Влияние угла вылета на стрельбу устраняется при приведении его к нормальному бою. Однако при нарушении правил прикладки оружия, использовании упора, а также правил ухода за оружием и его сбережением, изменяется величина угла вылета и бой оружия. С целью уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы применяются компенсаторы.



Итак, явления выстрела, начальная скорость пули, отдача оружия имеют большое значение при стрельбе и влияют на полет пули.

При выстреле из автоматического оружия, устройство которого основано на принципе использования энергии пороховых газов отводимых через отверстия в стенке ствола (например, автомат Калашникова, снайперская винтовка Драгунова), часть пороховых газов после прохождения пулей газоотводного отверстия, устремляется через него в газовую камеру, ударяет в поршень и отбрасывает поршень с затворной рамой (толкатель с затвором) назад.

После вылета пули из канала ствола происходит его отпирание; затворная рама и затвор двигаясь назад, сжимают возвратную (возвратно-боевую) пружину; затвор при этом извлекает из патронника гильзу. При движении вперед под действием сжатой пружины затвор движется вперед, досылает очередной патрон в патронник и вновь запирает канал ствола.

При выстреле из автоматического оружия, устройство которое основано на принципе использования энергии отдачи (например, пистолет Макарова), давление газов через дно гильзы передается на затвор и вызывает движение затвора с гильзой назад. Отходя назад, затвор сжимает возвратную пружину, затем под действием энергии сжатой пружины затвор движется вперед и досылает очередной патрон в патронник.

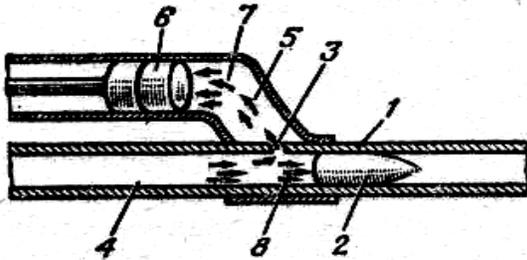


Рис. 46. Принцип работы автоматики:

1 — ствол; 2 — пуля; 3 — поперечное отверстие в стенке ствола; 4 — запульное пространство; 5 — газовая камера; 6 — газовый поршень; 7 — часть пороховых газов, ударяющих в газовый поршень; 8 — пороховые газы, выталкивающие пулю из канала ствола

Движение оружия (ствола) назад во время выстрела называется отдачей оружия. Отдача ощущается в виде толчка в плечо, руку или грунт.

Скорость отдачи оружия примерно во столько меньше начальной скорости пули, во сколько раз пуля легче оружия.

Энергия отдачи у ручного стрелкового оружия обычно не превышает 2 кгм и воспринимается стреляющим безболезненно.

У автоматического оружия энергия отдачи при выстреле меньше ввиду использования энергии пороховых газов для перезаряжания и производства нового выстрела.

Так как сила давления пороховых газов (сила отдачи) и сила сопротивления отдаче (упор приклада, рукоятки, центр тяжести оружия и т.д.) расположены не на одной прямой и направлены в противоположные стороны, то они образуют пару сил, под действием которой дульная часть ствола оружия отклоняется. Величина отклонения дульной части ствола данного оружия тем больше, чем больше плечо этой пары сил.

Кроме того, при выстреле ствол оружия совершает колебательные движения - вибрирует.

У автоматического оружия, имеющего газоотводное отверстие в стволе, в результате давления газов на переднюю стенку газовой камеры дульная часть ствола оружия при выстреле несколько отклоняется в сторону, противоположную расположению газоотводного отверстия.

Сочетание влияния вибрации ствола, отдачи оружия и других причин приводит к образованию угла между направлением в момент вылета пули из

канала ствола; этот угол называется углом вылета. Угол вылета считается положительным, когда ось канала ствола в момент вылета пули выше ее положения до выстрела, и отрицательным, когда она ниже.



Рис. 47. Образование угла вылета

(При стрельбе из малокалиберной винтовки угол вылета положительный)

Для того чтобы сохранить более или менее постоянную величину угла вылета, каждый стреляющий должен настойчиво вырабатывать однообразное выполнение всех элементов изготовления. Отсутствие однообразия в изготовке вызывает колебание в величине углов вылета и увеличивает отклонение пули от точки прицеливания по высоте.

Для обеспечения однообразия угла вылета и уменьшения отдачи на результаты стрельбы необходимо точно соблюдать приемы и правила стрельбы, а также правила ухода за оружием.

С целью уменьшения вредного влияния отдачи на результаты стрельбы в некоторых образцах стрелкового оружия (например, автомат Калашникова) применяются специальные устройства - компенсаторы. Истекающие из канала ствола газы, ударяясь о стенки компенсатора, несколько опускают часть ствола влево и вниз.

2. Внешняя баллистика

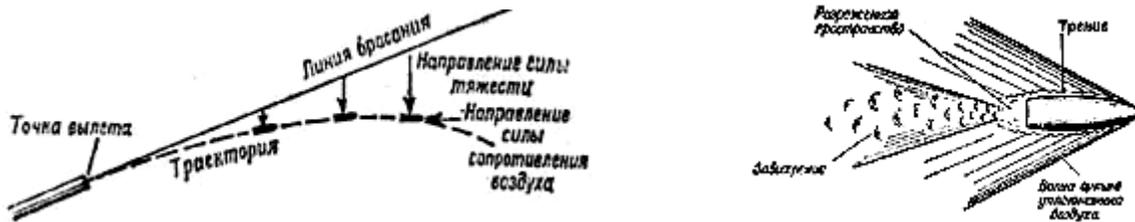
Внешняя баллистика – это наука, изучающая движение пули (гранаты) после прекращения действия на нее пороховых газов.

Полет пули в воздухе. В момент выстрела ствол оружия занимает определенное положение. Прямая линия, представляющая собой продолжение оси канала ствола в момент вылета пули, называется линией бросания.

Пуля (граната) при полете в воздухе подвергается действию двух сил: силы тяжести и силы сопротивления в воздуха. Сила тяжести заставляет пулю (гранату) постепенно понижаться, а сила сопротивления воздуха стремится опрокинуть ее. В результате действия этих сил скорость полета пули (гранаты) постепенно уменьшается, а ее полет в пространстве совершается по неравномерно изогнутой кривой линии.

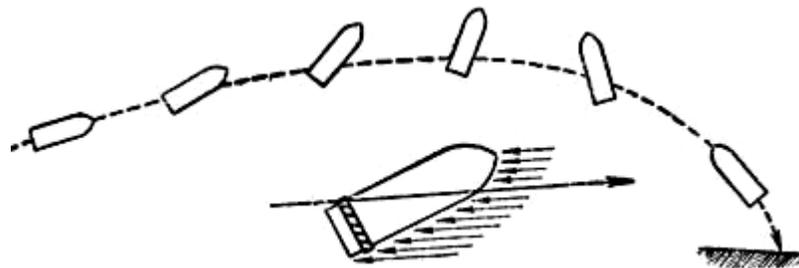
Сопротивление воздуха полету пули (гранаты) вызывается тем, что воздух представляет собой упругую среду и поэтому на движение в этой среде затрачивается часть энергии пули (гранаты).

Сила сопротивления воздуха вызывается тремя основными причинами: трением воздуха, образованием завихрений и образованием баллистической волны.



Под действием этих двух сил пуля летит в воздухе не по прямой, в направлении которой она была выброшена из канала ствола (линии бросания), а по кривой, неравномерно изогнутой линии, расположенной ниже линии бросания.

Действие силы сопротивления воздуха на полет пули (гранаты) очень велико: оно вызывает уменьшение скорости и дальности полета пули (гранаты). Например, пуля обр. 1930г. при угле бросания 15° и начальной скорости 800 м/с в воздушном пространстве полетела бы на дальность 32 620 м; дальность полета пули при тех же условиях, но при наличии сопротивления воздуха равна лишь 3900 м.



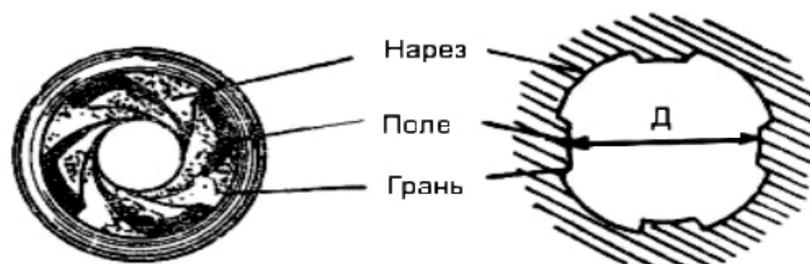
Величина силы сопротивления воздуха зависит от скорости полета, формы и калибра пули (гранаты), а также от ее поверхности и плотности воздуха.

Сила сопротивления воздуха возрастает с увеличением скорости полета пули, её калибра и плотности воздуха.

Чем глаже поверхность пули, тем меньше сила трения и сила сопротивления воздуха.

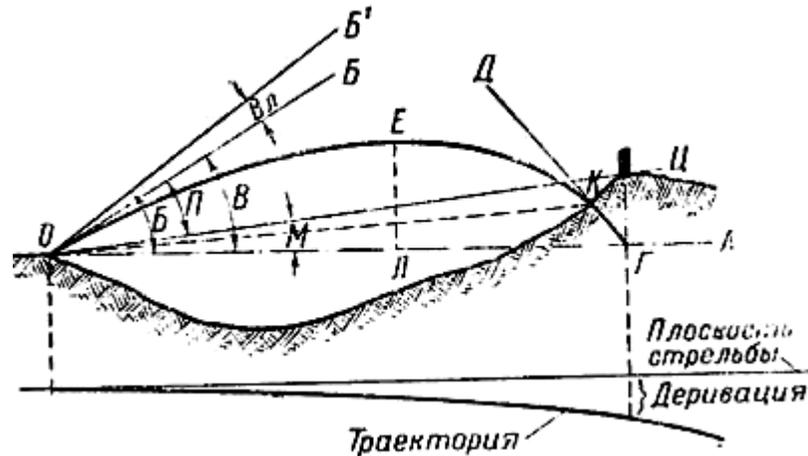
Разнообразие форм современных пуль (гранат) во многом определяется необходимостью уменьшить силу сопротивления воздуха.

Для того чтобы пуля не опрокидывалась под действием силы сопротивления воздуха, её придают с помощью нарезов в канале ствола быстрое вращательное



движение, но при этом возникает деривация. (Например, при выстреле из автомата Калашникова скорость вращения пули в момент выстрела из канала ствола равна около 3000 оборотов в секунду.)

Отклонение пули от плоскости стрельбы в сторону ее вращения называется деривацией.



Причинами деривации являются вращательное движение пули, сопротивление воздуха и понижение под действием силы тяжести касательной к траектории. При присутствии хотя бы одной из этих причин деривации не будет.

Кривая линия, которую описывает центр тяжести пули (гранаты) при полете в воздухе, называется траекторией.

а) Траектория и ее элементы.

Началом траектории является точка вылета пули (центр дульного среза ствола), концом - точка встречи (точка пересечения траектории с поверхностью цели, преграды или земли).

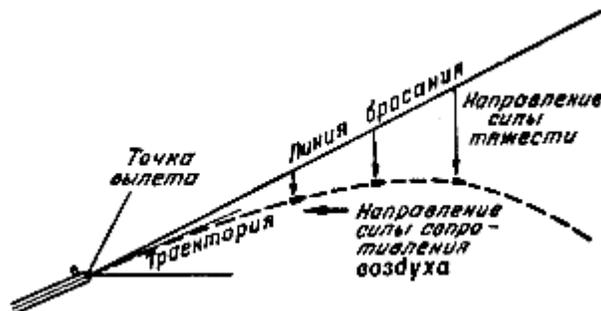
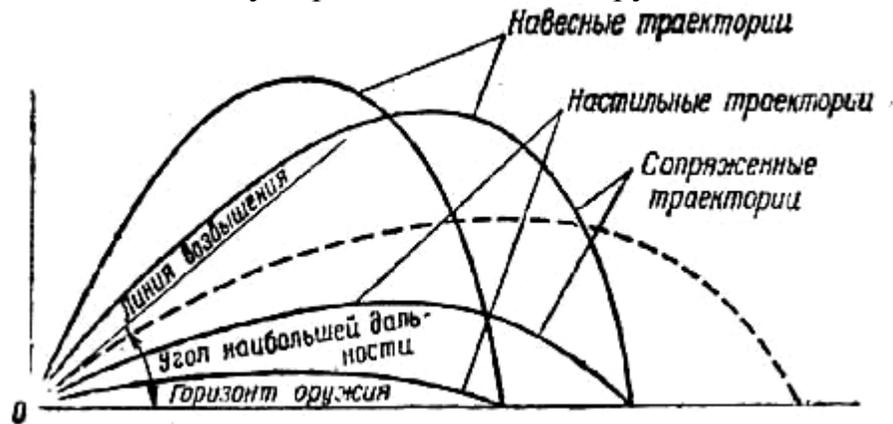


Рис. 48. Траектория полета пули

Форма траектории зависит от величины угла возвышения. С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули увеличиваются, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться.

Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули становится наибольшей, называется углом наибольшей дальности. Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет около 35° .



Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называются **настильными**. Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются **навесными**. При стрельбе из одного и того же оружия (при одинаковых начальных скоростях) можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную и навесную. Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при разных углах возвышения, называются **сопряженными**.

При стрельбе из стрелкового оружия используются только настильные траектории. Чем настильнее траектория, тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньшее влияние на результаты стрельбы оказывают ошибка в определении установки прицела): в этом заключается практическое значение траектории.

Настильность траектории характеризуется наибольшим ее превышением над линией прицеливания. При данной дальности траектория тем более настильная, чем меньше она поднимается над линией прицеливания. Кроме того, о настильности траектории можно судить по величине угла падения: траектория тем более настильна, чем меньше угол падения. Настильность траектории влияет на величину дальности прямого выстрела, поражаемого, прикрытого и мертвого пространства.

Элементы траектории.

	линией бросания и горизонтом оружия	
Угол вылета	Угол, заключенный между линией возвышения и линией бросания	
Точка падения	Точка пересечения траектории с горизонтом оружия	
Угол падения	Угол, заключенный между касательной к траектории в точке падения и горизонтом оружия	
Полная горизонтальная дальность	Расстояние от точки вылета до точки падения	
Окончательная скорость	Скорость пули в точке падения	
Полное время полета	Время движения пули от точки вылета до точки падения	
Вершина траектории	Наивысшая точка траектории	
Высота траектории	Кратчайшее расстояние от вершины траектории до горизонта оружия	
Восходящая ветвь	Часть траектории от точки вылета до вершины	
Нисходящая ветвь	Часть траектории от вершины до точки падения	
Точка прицеливания (наводки)	Точка на цели или вне ее, в которую наводится оружие	
Линия прицеливания	Прямая линия, проходящая от глаза стрелка через середину прорези прицела (на уровне с ее краями) и вершину мушки в точку прицеливания	
Угол прицеливания	Угол, заключенный между линией возвышения и линией прицеливания	

Угол места цели	Угол, заключенный между линией прицеливания и горизонтом оружия	Угол места цели считается положительным (+), когда цель выше горизонта оружия, и отрицательным (-), когда цель ниже горизонта оружия.
Прицельная дальность	Расстояние от точки вылета до пересечения траектории с линией прицеливания	
Превышение траектории над линией прицеливания	Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания	
Линия цели	Прямая, соединяющая точку вылета с целью	При стрельбе прямой наводкой линия цели практически совпадает с линией прицеливания
Наклонная дальностьюю	Расстояние от точки вылета до цели по линии цели	При стрельбе прямой наводкой наклонная дальность практически совпадает с прицельной дальностью.
Точка встречи	Точка пересечения траектории с поверхностью цели (земли, преграды)	
Угол встречи	Угол, заключенный между касательной к траектории и касательной к поверхности цели (земли, преграды) в точке встречи	За угол встречи принимается меньший из смежных углов, измеряемый от 0 до 90°
Прицельная линия	Прямая линия, соединяющая середину прорези прицела с вершиной мушки	
Прицеливание (наводка)	Придание оси канала ствола оружия необходимого для стрельбы положения в пространстве	Для того чтобы пуля долетела до цели и попала в нее или желаемую точку на ней
Горизонтальная наводка	Придание оси канала ствола требуемого положения в горизонтальной плоскости	
Вертикальная наводка	Придание оси канала ствола требуемого положения в	

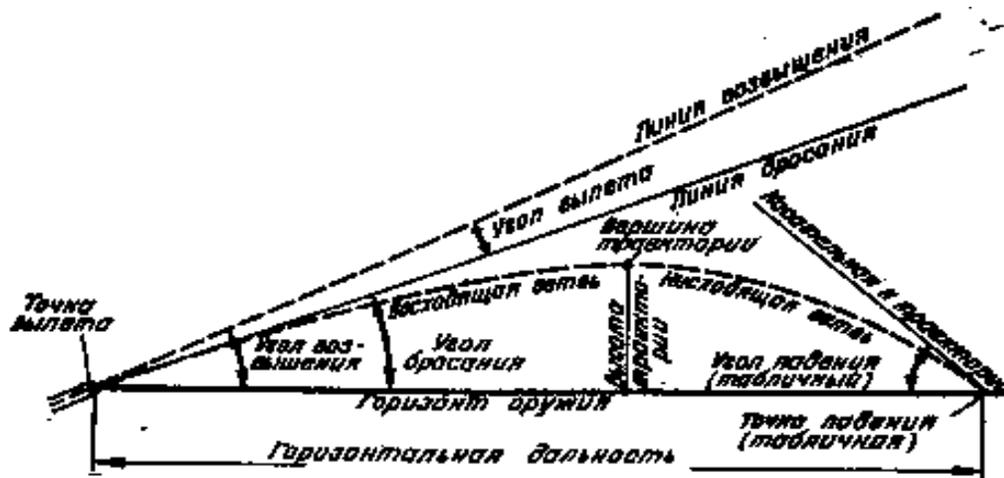


Рис. 49. Элементы траектории полета пули относительно горизонта оружия

Для того чтобы пуля могла попасть в какую-либо точку, расположенную на горизонте оружия, необходимо ствол оружия направить выше горизонта (под некоторым углом к нему). Величина этого угла обычно регулируется установкой прицела.

Наивысшая точка траектории над горизонтом оружия является вершиной траектории. Вершина делит траекторию на две неравные ветви. От точки вылета пули до вершины траектории ветвь более длинная и отлогая, так как пуля имеет еще большую скорость (восходящая ветвь траектории). От вершины траектории до точки пересечения ее с горизонтом оружия ветвь более короткая и крутая, так как пуля уже потеряла скорость (нисходящая ветвь траектории).

Кратчайшее расстояние от любой точки траектории до линии прицеливания называется превышением траектории над линией прицеливания.

В результате одновременного воздействия на пулю вращательного движения, придающего ей устойчивое положение в полете (по принципу гироскопа), и сопротивления воздуха, стремящегося опрокинуть ее головкой назад, ось пули отклоняется от направления полета в сторону вращения. Вследствие этого пуля встречает сопротивление воздуха больше одной своей стороной и поэтому еще больше отклоняется от плоскости стрельбы в сторону вращения. Такое отклонение пули в сторону от плоскости стрельбы называется дериивацией. Это довольно сложный физический процесс. Дериивация возрастает непропорционально расстоянию полета пули, вследствие чего последняя забирает все больше и больше в сторону и ее траектория в плане представляет собой кривую линию. При правой нарезке ствола дериивация уводит пулю в правую сторону, при левой - в левую. Траектория вращающейся пули в плане представляет собой также кривую линию. При правой нарезке ствола дериивация всегда происходит в правую сторону от плоскости стрельбы.



Рис. 50. Деривация пули (вид сверху)

При стрельбе по самолетам вертикально вверх (угол бросания 90°) вследствие отсутствия опрокидывающего момента в действии сопротивления воздуха деривация отсутствует.

Дистанция, м	Деривация, см	Тысячные
100	0	0
200	1	0
300	2	0,1
400	4	0,1
500	7	0,1
600	12	0,2
700	19	0,2
800	29	0,3
900	43	0,5
1000	62	0,6

На дистанциях стрельбы до 300 метров включительно деривация не имеет практического значения.

б). Наводка и ее элементы.

Теперь, когда мы ознакомились с движением пули в воздухе, нетрудно понять, что если цель будет находиться на линии продолжения оси канала ствола, то пуля в нее не попадет, а упадет ниже. Это произойдет потому, что пуля в силу своей тяжести за время полета до цели опустится от приданного ей первоначального направления. Для того чтобы поразить цель, необходимо ось канала ствола оружия направить выше точки, в которую мы хотим попасть, причем настолько выше, насколько пуля за время своего полета до цели опустится ниже линии бросания.

Надо иметь в виду, что чем больше расстояние до цели, тем больше времени пуля затратит на полет и тем на большую величину она опустится. При большей дальности стрельбы необходимо придавать больший угол возвышения стволу. Однако сделать это на глаз невозможно; выполняется это с помощью прицела. Он устроен так, что если поставить хомутик на деление, соответствующее расстоянию до цели, и правильно прицелиться, то при выстреле пуля будет выброшена из канала ствола выше цели как раз настолько, насколько она опустится за время своего полета до цели. Следовательно, чем больше расстояние до цели, тем

большой прицел устанавливается.

Чтобы направить пулю в цель, необходимо после установки прицела на нужное деление придать оси канала ствола определенное направление в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Действия, выполняемые при этом, называются наводкой или прицеливанием.

Придание оси канала ствола требуемого положения в горизонтальной плоскости называется горизонтальной наводкой. Она выполняется путем совмещения мушки с серединой прорези прицельной планки и направления оружия в таком положении в цель.

Придание оси канала ствола определенного положения в вертикальной плоскости называется вертикальной наводкой. Она выполняется путем выравнивания вершины мушки с краями гривки прорези и совмещения ее с точкой прицеливания.

Таким образом, горизонтальная и вертикальная наводки выполняются с помощью прицельных приспособлений.

Точка, в которую наводится оружие, называется точкой прицеливания (наводки). В зависимости от высоты цели и дальности стрельбы ее выбирают в середине нижнего обреза цели, в центре ее или вне ее пределов.

В тех случаях, когда цель расположена на одинаковой высоте с оружием, линия прицеливания совпадает с горизонтом оружия, а угол прицеливания совпадает с углом возвышения. Если же цель располагается выше или ниже горизонта оружия, то между линией прицеливания и горизонтом оружия образуется угол, который называется углом места цели. Этот угол считается положительным, когда цель выше горизонта оружия, и отрицательным, когда она ниже. Угол места цели и угол прицеливания в совокупности составляют угол возвышения. При большом отрицательном угле места цели линия возвышения может быть направлена ниже горизонта оружия; в этом случае угол возвышения имеет отрицательную величину и будет называться углом склонения.

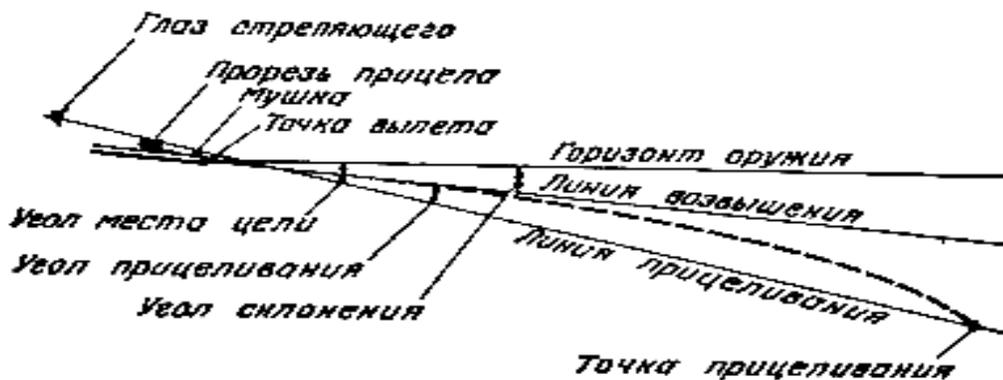


Рис. 52. Элементы траектории при стрельбе с большими отрицательными углами места цели

Горизонтальная плоскость, проходящая через точку вылета называется горизонтом оружия. На чертежах, изображающих оружие и траекторию сбoku, горизонт оружия имеет вид горизонтальной линии. Траектория дважды пересекает горизонт оружия: в точке вылета и в точке падения.



Для того, чтобы пуля (граната) долетела до цели и попала в нее или желаемую точку на ней, необходимо до выстрела придать оси канала ствола определенное положение в пространстве (в горизонтальных и вертикальных плоскостях).

Придание оси канала ствола оружия положение, необходимого для стрельбы в пространстве, называется прицеливанием или наводкой.

Придание оси канала ствола требуемого положения в горизонтальной плоскости называется горизонтальной наводкой. Придание оси канала ствола требуемого положения в вертикальной наводкой.

Наводка осуществляется с помощью прицельных приспособлений и механизмов наводки.

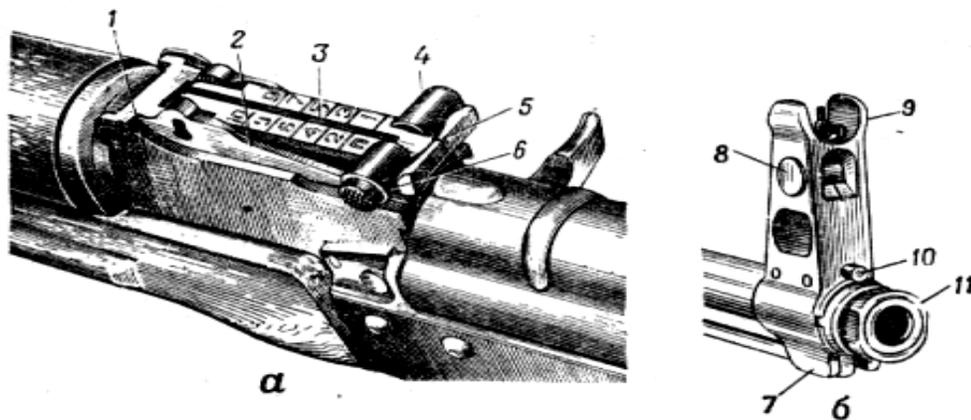


Рис. 68. Прицел и основание мушки:

a — прицел; *б* — основание мушки; 1 — колодка прицела; 2 — сектор; 3 — прицельная планка; 4 — хомут; 5 — грядка прицельной планки; 6 — защелка хомута; 7 — упор для шомпола и штыка-ножа; 8 — ползок с мушкой; 9 — предохранитель мушки; 10 — фиксатор; 11 — муфта ствола

Если горизонтальная и вертикальная наводка производится непосредственно по цели или по вспомогательной точке вблизи от цели, то такая наводка называется прямой.

При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов применяется прямая наводка, выполняемая помощью одной прицельной линии.

Прямая линия, соединяющая середину прорези прицела с вершиной мушки, называется прицельной линией.

Для осуществления наводки с помощью открытого прицела необходимо предварительно путем перемещения целика (прорези прицела) придать

прицельной линии такое положение, при котором между этой линией и осью канала ствола образуется в вертикальной плоскости угол прицеливания, соответствующий расстоянию до цели, а в горизонтальной плоскости – угол, равный боковой поправке. Затем путем изменений положения оружия нужно совместить прицельную линию с целью, при этом оси канала ствола придается требуемое положение в пространстве.

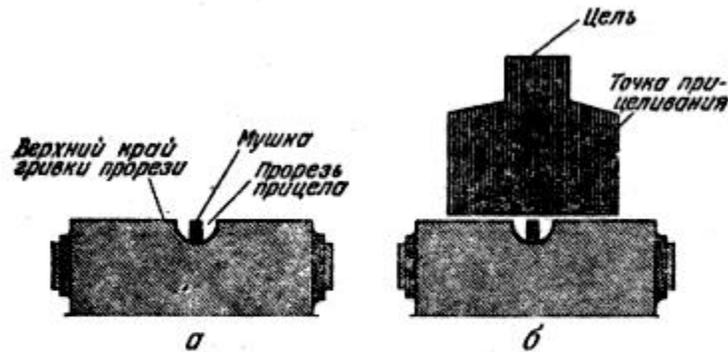


Рис. 84. Взятие ровной мушки:

а — ровная мушка; *б* — ровная мушка наведена под середину нижнего обреза цели (в точку прицеливания)

При смещении мушки в сторону от середины прорези, а также выше или ниже ее край меткой стрельбы не получится. При этом чем больше ошибка в положении мушки относительно прорези прицела, тем больше будут отклонения пули от точки прицеливания. Во всех случаях пули отклоняются в сторону смещения мушки.

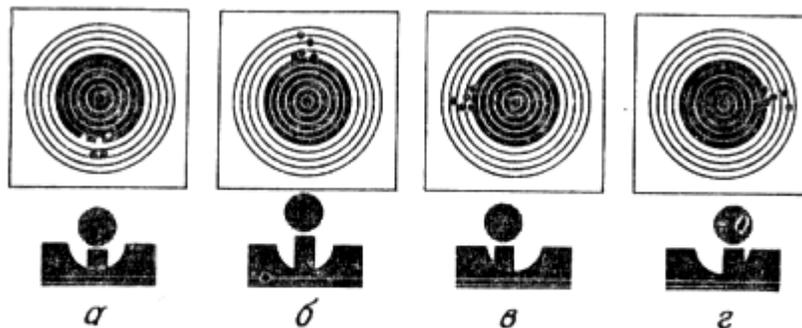
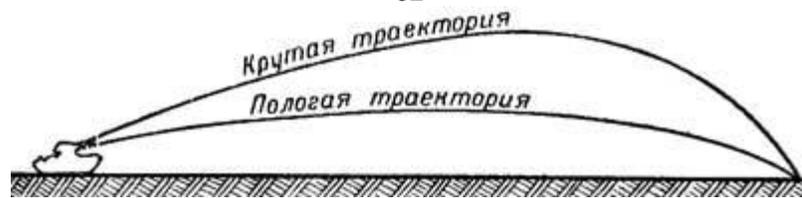


Рис. 85. Ошибки в прицеливании:

а — мелкая мушка; *б* — крупная мушка; *в* — мушка придержана влево; *г* — мушка придержана вправо

Форма траектории и ее практическое значение. Форма траектории зависит от величины угла возвышения. С увеличением угла возвышения высота траектории и полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) увеличивается, но это происходит до известного предела. За этим пределом высота траектории продолжает увеличиваться, но это происходит до известного предела, а полная горизонтальная дальность начинает уменьшаться.



Угол возвышения, при котором полная горизонтальная дальность полета пули (гранаты) становится наибольшей, называют углом наибольшей дальности. Величина угла наибольшей дальности для пуль различных видов оружия составляет около 35° .

Траектории, получаемые при углах возвышения, меньших угла наибольшей дальности, называют настильными. Траектории, получаемые при углах возвышения, больших угла наибольшей дальности, называются навесными.

При стрельбе из одного и того же оружия (при одинаковых начальных скоростях) можно получить две траектории с одинаковой горизонтальной дальностью: настильную, навесную. Траектории, имеющие одинаковую горизонтальную дальность при равных углах возвышения, называются сопряженными.

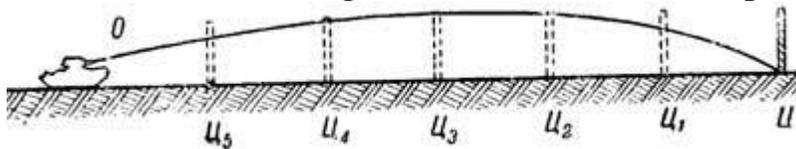
При стрельбе из стрелкового оружия и гранатометов используются только настильные траектории. Чем настильнее траектория, тем на большей протяженности местности цель может быть поражена с одной установкой прицела (тем меньше влияние на результаты стрельбы оказывают ошибки в определении установки прицела), в этом заключается практическое значение настильной траектории.

Настильность траектории характеризуется наибольшим ее превышением над линией прицеливания. Кроме того, о настильности траектории можно судить по величине угла падения: траектория тем более настильна, чем меньше угол падения.

Настильность траектории влияет на величину дальности прямого выстрела, поражаемого, прикрытого и мертвого пространства.

в) Прямой выстрел.

Выстрел, при котором траектория не поднимается над линией прицеливания выше цели на всем своем протяжении, называется **прямым выстрелом**.



В пределах дальности прямого выстрела в напряженные моменты боя стрельба может вестись без перестановки прицела, при этом точка прицеливания по высоте, как правило, выбирается на нижнем краю цели.

Дальность прямого выстрела зависит от высоты цели, настильности траектории. Чем выше цель и чем настильнее траектория, тем больше дальность прямого выстрела и тем на большем протяжении местности цель может быть поражена с одной установкой прицела.

Дальность прямого выстрела может определяться по таблицам путем

сравнения высоты цели с величинами наибольшего превышения траектории над линией прицеливания или с высотой траектории.



Для поражения цели необходимо выбрать установку прицельных приспособлений, исходными данными для которой являются:

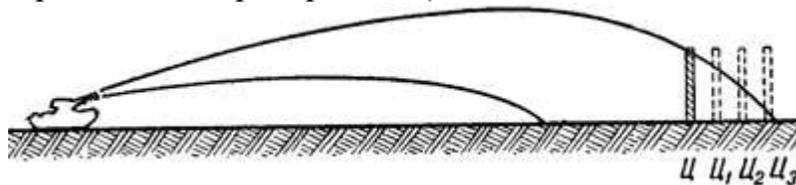
- по вертикали - расстояние до цели с внесением поправок на температуру воздуха, продольный ветер, атмосферное давление, угол места цели и вид боеприпаса (легкая или тяжелая пуля);
- по горизонтали - положение цели по горизонту относительно точки прицеливания и горизонтальные поправки на дриивацию, боковой ветер и движение цели по фронту.

Оба вида поправок - вертикальных и горизонтальных - очень важны. Точность определения расстояний до цели имеет решающее значение для ее поражения. Она должна быть тем большей, чем больше дальность стрельбы.

Поражаемое пространство его определение и практическое использование в боевой обстановке.

При стрельбе по целям, находящимся на расстоянии, большем дальности прямого выстрела, траектория вблизи ее вершины поднимается выше цели и цель на каком-то участке не будет поражаться при той же установке прицела. Однако около цели будет такое пространство (расстояние), на котором траектория не поднимается выше цели и цель будет поражаться ею.

Расстояние на местности, на протяжении которого нисходящая ветвь траектории не превышает высоты цели, **называется поражаемым пространством** (глубиной поражаемого пространства).



Глубина поражаемого пространства зависит от высоты цели (она будет тем больше, чем выше цель), от настильности траектории (она будет тем больше, чем настильнее траектория) и от угла наклона местности (на переднем скате она уменьшается, на обратном скате — увеличивается).

Глубину поражаемого пространства можно определить по таблицам превышения траектории над линией прицеливания путем сравнения превышения

нисходящей ветви траектории на соответствующую дальность стрельбы с высотой цели, а в том случае, если высота цели меньше $1/3$ высоты траектории, то по форме тысячной.

Для увеличения глубины поражаемого пространства на наклонной местности огневую позицию нужно выбирать так, чтобы местность в расположении противника по возможности совпадала с линией прицеливания. Прикрытое пространство его определение и практическое использование в боевой обстановке.

Прикрытое пространство его определение и практическое использование в боевой обстановке.

Пространство за укрытием, не пробиваемым пулей, от его гребня до точки встречи называется **прикрытым пространством**.

Прикрытое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия и чем настильнее траектория. Глубину прикрытого пространства можно определить по таблицам превышения траектории над линией прицеливания. Путем подбора отыскивается превышение, соответствующее высоте укрытия и дальности до него. После нахождения превышения определяется соответствующая ему установка прицела и дальность стрельбы. Разность между определенной дальностью стрельбы и дальностью до укрытия представляет собой величину глубины прикрытого пространства.

Мертвое пространство его определения и практическое использование в боевой обстановке.

Часть прикрытого пространства, на котором цель не может быть поражена при данной траектории, называется **мертвым (не поражаемым) пространством**.

Мертвое пространство будет тем больше, чем больше высота укрытия, меньше высота цели и настильнее траектория. Другую часть прикрытого пространства, на которой цель может быть поражена, составляет поражаемое пространство. Глубина мертвого пространства равна разности прикрытого и поражаемого пространства.

Знание величины поражаемого пространства, прикрытого пространства, мертвого пространства позволяет правильно использовать укрытия для защиты от огня противника, а также принимать меры для уменьшения мертвых пространств путем правильного выбора огневых позиций и обстрела целей из оружия с более навесной траекторией.



г) Влияние условий стрельбы на полет пули (гранаты).

На полет пули в воздухе оказывают влияние метеорологические, баллистические и топографические условия.

Нормальными условиями считаются следующие.

Метеорологические условия:

атмосферное (барометрическое) давление на горизонте оружия 750 мм рт.ст;
 температура воздуха на горизонте оружия $+15^{\circ}\text{C}$;
 относительная влажность воздуха 50%;
 ветер отсутствует (атмосфера неподвижна).

Баллистические условия:

вес пули (гранаты), начальная скорость и угол вылета равны значениям, указанным в таблицах стрельбы;
 температура заряда $+15^{\circ}\text{C}$;
 форма пули (гранаты) соответствует установленному чертежу;
 высота мушки установлена по данным приведения оружия к нормальному бою;
 высоты (деления) прицела соответствует табличным углам прицеливания.

Топографические условия:

цель находится на горизонте оружия;
 боковой наклон оружия отсутствует.

При отклонении условий стрельбы от нормальных может возникнуть необходимость определения и учета поправок дальности и направления стрельбы.

С увеличением атмосферного давления плотность воздуха увеличивается, а в следствии этого увеличивается сила сопротивления воздуха и уменьшается дальность полета пули (гранаты). наоборот, с уменьшением атмосферного давления плотность и сила сопротивления воздуха уменьшаются, а дальность полета пули увеличивается.

При повышении местности на каждые 100 м атмосферное давление понижается в среднем на 9мм.

При стрельбе из стрелкового оружия на равнинной местности поправка дальности на изменение атмосферного давления незначительные и не учитывается. В горных условиях при высоте местности над уровнем моря 2000м и более эти поправки необходимо учитывать при стрельбе, руководствуясь правилами, указанными в наставлениях по стрелковому делу.

При повышении температуры плотность воздуха повышается. А в следствии с этого уменьшается сила сопротивления воздуха и увеличивается дальность полета пули (гранаты). Наоборот. С понижением температуры плотность и сила сопротивления воздуха увеличивается и дальность полета пули (гранаты) уменьшается.

При повышении температуры порохового заряда увеличивается скорость горения пороха, начальная скорость и дальность полета пули (гранаты).

При стрельбе в летних условиях поправки на изменение температуры воздуха и порохового заряда незначительны и практически не учитываются; при стрельбе зимой (в условиях низких температур) эти поправки необходимо учитывать, руководствуясь правилами, указанными в наставлениях по стрелковому делу.

При попутном ветре уменьшается скорость полета пули (гранаты) относительно воздуха. Например, если скорость пули относительно земли равна 800м/с, а скорость попутного ветра 10 м/с, то скорость пули относительно воздуха будет равна 790 м/с (800-10).

С уменьшением скорости полета пули относительно воздуха сила сопротивления воздуха уменьшается. Поэтому при попутном ветре пуля полетит дальше, чем при безветрии.

При встречном ветре скорость пули относительно воздуха будет больше, чем при безветрии, следовательно, сила сопротивления воздуха увеличится, и дальность полета пули уменьшится.

Продольный, как попутный, так и встречный, ветер на полет пули оказывает незначительное влияние и на практике стрельбы из стрелкового оружия поправки на такой ветер не вносятся. При стрельбе из гранатометов поправки на сильный продольный ветер следует учитывать.

Боковой ветер оказывает давление на боковую поверхность пули и отклоняет её в сторону от плоскости стрельбы в зависимости от его направления: ветер справа отклоняет пулю в левую сторону, ветер слева - в правую сторону.

Граната на активном участке полета (при работе реактивного двигателя) отклоняется в сторону, откуда дует ветер: при ветре справа – вправо, при ветре слева – влево. Такое явление объясняется тем, что боковой ветер поворачивает хвостовую часть гранаты в направление ветра, а головную часть против ветра и под действием реактивной силы, направленной вдоль оси, граната отклоняется от плоскости стрельбы в ту сторону, откуда дует ветер. На пассивном участке траектории граната отклоняется в сторону, куда дует ветер.

Боковой ветер оказывает значительное влияние, особенно на полет гранаты, и его необходимо учитывать при стрельбе из гранатометов и стрелкового оружия.

Ветер, дующий под острым углом к плоскости стрельбы, оказывает одновременно влияние и на изменение дальности полета пули и на боковое ее отклонение.

д) Стрельба по неподвижным, появляющимся и движущимся целям.

По неподвижным и появляющимся целям (мелким и крупным) огонь ведется с установками прицела, целика и точкой прицеливания, обеспечивающими попадание в середину цели.

Установка прицела выбирается на основании расстояния, определенного до цели, и поправок дальности на отклонение условий стрельбы (температуры воздуха, атмосферного давления, угла, места цели, продольного ветра) от нормальных.

В особых условиях и ночью стрельбу по целям, находящимся в пределах дальности прямого выстрела, необходимо вести с установкой прицела, соответствующей этой дальности, а на близких расстояниях (до 350м) – с постоянной установкой прицела.

Правильность выбора установки прицела зависит от точности определения расстояния до цели. Точность определения расстояния должна быть тем больше, чем больше дальность стрельбы.

Установка целика выбирается в зависимости от величины поправок на боковой ветер. Влияние бокового ветра надо учитывать всегда; влияние деривации при стрельбе на дальности до 600м можно не учитывать, т.к. оно не значительно и не может быть учтено установкой целика или выносом точки прицеливания.

Для определения поправки на боковой ветер необходимо знать его скорость и направление и по таблицам стрельбы взять соответствующую поправку.

Точка прицеливания выбирается:

1. По высоте:

-при установки прицела, соответствующей расстоянию до цели (например, на 500м – прицел 5), - середине цели, так как в этом случае превышение средней траектории над линией прицеливания равно нулю и средняя траектория проходит через середину цели; при стрельбе по низким целям (лежащие фигуры), как правило, - на нижнем краю цели, так как в этом случае трудно определить середину цели, кроме того, мушка закрывается большая часть цели; при стрельбе по высоким целям (ростовые фигуры) – в середине цели; при использовании установки прицела, соответствующей дальности прямого выстрела, - на нижнем краю цели;

2. По боковому направлению:

при стрельбе из оружия, имеющего целик, и при учете целиком поправок на боковой ветер – по середине цели; при стрельбе из оружия не имеющего целика, при боковом ветре – в стороне от середины цели на величину соответствующей поправке; вынос точки прицеливания при этом производится в фигурах от

середины цели; при ведении огня по широким целям с рассеиванием по фронту – на одном из флангов цели, по глубоким целям – на середине ближнего (переднего) края цели.

При корректировании огня положение точки прицеливания может меняться как по высоте, так и по боковому направлению.

При определении исходных данных для стрельбы (установок прицела и целика, положение точки прицеливания) с одновременным учетом поправок влияющих на дальность и направление полета пули, сначала определяется и учитывается суммарная поправка на дальности стрельбы. Затем на основе исчисленной дальности определяется поправка по направлениям, так как она зависит от дальности стрельбы.

Стрельба по движущимся целям.

При стрельбе по движущейся цели в установке прицела, целика и точку прицеливания необходимо выбирать с учетом поправок на перемещение цели, обеспечивающих прохождение средней траектории через середину целика.

Поправка на перемещение цели называется упреждением.

Величина упреждения зависит от скорости направления движения цели и от дальности стрельбы. С увеличением скорости движение цели, дальности стрельбы и угла между плоскости стрельбы и направления движения цели (курсового угла) величина упреждения увеличивается.

По направлению движения цели может быть:

фронтальное – цель движется в плоскости стрельбы (приближается или удаляется);

фланговое – цель движется под прямым углом к плоскости стрельбы (параллельно фронту стреляющего);

облицеское, или косое, - цель движется под острым углом к плоскости стрельбы.

При фронтальном движении цели направление стрельбы не изменяется, а расстояние до цели изменяется непрерывно, поэтому установка прицела должна соответствовать не дальности, на которой цель была обнаружена, а дальности, исправленной на величину упреждения по дальности.

Для определения величины упреждения по дальности необходимо скорость движения цели в м/с умножить на время в секундах, затраченное на подготовку к стрельбе. При этом если цель движется на стреляющего, то величина упреждения отнимается от измеренного расстояния, и, наоборот, если цель движется от стреляющего – прибавляется. Так, при стрельбе из ПМ на дистанции 25м по мишени №4 (грудная фигура) точка прицеливания середина большого прямоугольника, а на дистанции 50 м – точка прицеливания выносится в середину маленького прямоугольника, т.е. выше.

При стрельбе по целям, движущимся в плоскости стрельбы и находящимся в пределах дальности прямого выстрела, необходимо использовать установку прицела, соответствующей этой дальности.

При фланговом движении цели расстояние до цели почти не изменяется, а направление на цель изменяется непрерывно.

За время полета пули цель, движущаяся с определенной скоростью, изменит свою положение, и пуля не встретит цели на том месте, в котором она находилась в момент вылета пули из канала ствола. Чтобы этого не случилось, необходимо брать боковое упреждение. В образцах оружия имеющих подвижный целик, боковое упреждение учитывается установкой целика, соответствующей упреждению, с наводкой в цель; в образцах оружия не имеющего подвижного целика, - выносом точки прицеливания на величину, равную боковому упреждению.

Если целик неподвижен, то точка прицеливания выносится в сторону в направление движения целика.

Вынос точки прицеливания производится от середины цели в видимых размерах цели (фигурах).

Для определения величины бокового упреждения в метрах необходимо скорость движения цели в м/с умножить на время полета пули до цели в секундах.

Для получения упреждения установки целика линейная величина упреждения переводится в угловую по форме тысячной.

При облическом движении цели направление стрельбы и расстояние до цели непрерывно изменяется, поэтому необходимо учитывать не только боковое упреждение, но и упреждение по дальности. Величина бокового упреждения и упреждения по дальности, зависит также от величины курсового угла.

Огонь по движущимся целям ведется способом сопровождения цели или способом выжидания цели (огневого нападения).

Сущность способа сопровождения цели заключается в том, что стрелок (наводчик), взяв требуемое упреждение, перемещает ствол оружия (линию прицеливания) соответственно скорости движения цели и огонь открывает при более благоприятном положении оружия по отношению к цели. При стрельбе очередью ствол оружия перемещается с той же скоростью.

Сущность способа выжидания цели (огневого нападения), заключается в том, что на пути движения цели намечается местные предметы, которые служат точкой прицеливания при приближении к цели, намеченному предмету на величину необходимого упреждения, или когда цель подойдет к намеченному предмету, если упреждение учтено целиком, открывается огонь и ведется из автоматического оружия длинными очередями. Оружие в момент производства очереди выстрелов остается неподвижным, а цель, перемещаясь, пересекает снап траектории.