

Тема № 1. Явление выстрела. Понятие о действительности стрельбы.

Занятие №2. Краткие сведения из внутренней и внешней баллистики. Использование энергии пороховых газов в автоматическом оружии.

- **БАЛЛИСТИКА** (нем. Ballistik, от греческого ballo — бросаю), наука о движении неуправляемых ракет, артиллерийских снарядов, авиабомб, пуль и т. п. Баллистика — техническая наука, основывающаяся на высшей математике, теоретической механике, газовой динамике, термодинамике, теории взрывчатых веществ (ВВ), порохов и др. Различают внутреннюю и внешнюю баллистику.

● **Внутренняя баллистика** изучает движение снаряда (или другого тела, механическая свобода которого ограничена определенными условиями) в канале ствола орудия под действием газов, образующихся при сгорании метательных ВВ (например пороха), а также закономерности других процессов, происходящих при выстреле в канале ствола или камере пороховой ракеты. Основными разделами внутренней баллистики являются:

- **пиростатика;**
- **пиродинамика;**
- **баллистическое проектирование орудий, ракет, стрелкового оружия.**

- **Пиростатика** изучает закономерности горения пороха и газообразования при сгорании его в постоянном объёме.
- **Пиродинамика** исследует процессы и явления, происходящие в канале ствола при выстреле, и устанавливает связь между конструктивными характеристиками канала ствола, условиями заряжания и различными физико - химическими и механическими процессами, протекающими при выстреле.
- На основании рассмотрения этих процессов, а также сил, действующих на снаряд и ствол, устанавливается система уравнений, описывающих процесс выстрела, в т. ч. основное уравнение внутренней баллистики связывающее величину сгоревшей части заряда, давление пороховых газов в канале ствола, скорость снаряда и длину пройденного им пути. Решение этой системы и нахождение зависимости изменения давления пороховых газов P , скорости снаряда и других параметров от пути снаряда и от времени его движения по каналу ствола является 1-й основной (прямой) задачей внутренней баллистики.

- Баллистическое проектирование оружия является 2-й основной (обратной) задачей внутренней баллистики. Оно состоит в определении конструктивных данных канала ствола и условий заряжания, при которых снаряд данного калибра и массы получит при вылете заданную (дульную) скорость.
- *Внутренняя баллистика изучает также процесс выстрела: при специальных и комбинированных зарядах, в стрелковом оружии, в системах с коническими стволами и с истечением газов во время горения пороха (миномёты, газодинамические и безоткатные орудия). Важным разделом является также внутренняя баллистика пороховых ракет, которая развилась в специальную науку. Основные её разделы: пиростатика полужамкнутого объёма, рассматривающая закономерности горения пороха при сравнительно небольшом постоянном давлении; решение основной задачи внутренней баллистики пороховой ракеты, состоящей в определении (при заданных условиях заряжания) зависимости изменения давления пороховых газов в камере от времени, а также закономерности изменения силы тяги для обеспечения требуемой скорости ракеты; баллистическое проектирование пороховой ракеты, состоящее в определении энергетических характеристик пороха, массы и формы заряда, а также конструктивных параметров сопла, которые обеспечивают при заданной массе боевой части ракеты необходимую силу тяги во время её действия. Закономерности процессов, связанные с периодом последействия пороховых газов на снаряд и ствол, рассматриваются специальным разделом баллистики— промежуточной баллистикой.*

Основные её задачи: определение силы, действующей на откатные части, а также пути и скорости откатных частей; изучение действия надульных газоотводных устройств (дульные тормоза, пламегасители и т. п.) на откатные части и на снаряд и определение их эффективности; определение ускорения снаряда. а также пути и времени, в течение которого истекающие газы ещё оказывают на него воздействие (необходимо для расчёта механизмов взрывателей); изучение процесса формирования начальных условий движения снаряда в воздухе: исследование механизма образования и распространения дульной волны и др. Конец периода последствия на снаряд разделяет область явлений, рассматриваемых внутренней и внешней баллистикой.

- **Внешняя баллистика** изучает движение неуправляемых ракет и снарядов после прекращения их силового взаимодействия с пусковой установкой (стволом оружия), а также факторы, влияющие на это движение.
- **Основные её разделы:** изучение сил и моментов, действующих на снаряд в полёте; изучение движения центра масс снаряда с целью расчёта элементов его траектории при заданных начальных и внешних условиях (прямая задача внешней баллистики), а также движения снаряда относительно центра масс с целью определения устойчивости его полёта и характеристик рассеивания. Особенности внешней баллистики пороховых неуправляемых ракет связаны с активным участком траектории, на котором к внешним силам, действующим на обычный оперённый снаряд, добавляется реактивная сила.

- Возникновение баллистики как науки относится к 16 в. Первыми трудами по баллистике являются книги итальянского математика Н. Тартальи «Новая наука» (1537) и «Вопросы и открытия, относящиеся к артиллерийской стрельбе» (1546). В 17 в. фундаментальные принципы внешней баллистики были установлены Г. Галилеем, итальянцем З. Торричелли и французом М. Мерсенном, который предложил назвать науку о движении снарядов баллистикой (1644). В дальнейшем баллистика, как наука, продолжала развиваться в трудах многих ученых.

- Таким образом, знание законов внутренней и внешней баллистики дает нам, связанным с практическим применением оружия, сознательное усвоение материальной части оружия и правил его сбережения, хранения и осмотра, а также обучению приемам и правилам стрельбы, способствует сознательному усвоению свойств траектории и ее элементов, правил подготовки исходных данных (выбора установки прицела, целика, положения точки прицеливания) и правил стрельбы в целом.

- **Использование энергии пороховых газов в автоматическом оружии.**
- *Выстрелом называется выбрасывание пули (гранаты) из канала ствола оружия энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.*
- При выстреле из стрелкового оружия происходят следующие явления. От удара бойка по капсюлю боевого патрона, досланного 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 врезается 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. От давления газов на стенки гильзы и ствола происходит их растяжение (упругая деформация), и гильза, плотно прижимаясь к патроннику, препятствует прорыву пороховых газов, в сторону затвора. Одновременно при выстреле возникает колебательное движение (вибрация) ствола и происходит его нагревание. Раскаленные газы и частицы несгоревшего пороха, истекающие из канала ствола вслед за пулей, при встрече с воздухом порождают пламя и ударную волну; последняя является источником звука при выстреле

- Несмотря на высокую интенсивность протекающих при выстреле процессов, они тем не менее закономерны, в определённых пределах управляемы и при сохранении одних и тех же условий заряжания стабильны от выстрела к выстрелу.
- В баллистике выстрел рассматривается как процесс очень быстрого превращения потенциальной энергии пороха в кинетическую энергию движения оружия.
- Существенной особенностью выстрела является то, что работа пороховых газов по перемещению снаряда происходит в переменном объёме.
- Все эти особенности чрезвычайно осложняют исследование явления выстрела и чтобы получить общую картину явления, приходится рассматривать его по частям.
- Поэтому весь комплекс процессов, происходящих при выстреле, внутренняя баллистика разделяет на ряд отдельных вопросов, а само явление выстрела делится на четыре периода: *предварительный, первый, второй и период последствия газов.*

● **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 $250 - 500 \text{ кг/см}^2$ в зависимости от устройства нарезов, веса пули и твердости ее оболочки (например, у стрелкового оружия под патрон образца 1943г. давление форсирования равно около 300 кг/см^2). 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.

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 растет быстрее, чем объем запульного пространства (пространство между дном пули и дном гильзы), давление газов быстро повышается и достигает наибольшей величины (например, у стрелкового оружия под патроном образца 1943г. — 2800 кг/см^2 , а под винтовочный патрон 2900 кг/см^2). Это давление называется максимальным давлением. Оно создается у стрелкового оружия при прохождении пулей $4 - 6 \text{ см}$ пути. Затем вследствие быстрого движения 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 кг/см² (например, у самозарядного карабина Симонова — 390 кг/см², у станкового пулемета Горюнова — 570 кг/см²). Скорость пули в момент вылета ее из канала ствола (дульная скорость) несколько меньше начальной скорости.

У некоторых видов стрелкового оружия, особенно короткоствольных (например, пистолет Макарова), второй период отсутствует, так как полного сгорания порохового заряда к моменту вылета пули из канала ствола фактически не происходит.

Третий период, или период после действия 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.

