



Сергей Патрикеев

Явление вы



Есть вещи, в которых «разбираются» абсолютно все. Например: спорт, медицина, искусство.

Точно так же «разбираются» в оружии и те, кто имеет стаж обращения с ним от 2 месяцев. За это время «знаток» успевает послушаться других «знатоков» и с непередаваемым апломбом начинает рассуждать о скорости горения пороха, времени срабатывания капсюля, деформации дроби при прохождении по каналу ствола, преимуществах английской ложи и особенностях конструкции рамки Перде. Слушать подобные рассказы временами смешно, а порой просто досадно. Вот и захотелось рассказать о том, что же происходит внутри канала ствола и как этими процессами и явлениями можно если не управлять, то учитывать. Речь пойдёт о гладкоствольном оружии, как наиболее распространённом.

Суть выстрела, по большому счёту, одна и та же что для охотничьего ружья, что для артиллерийского орудия. Везде горит метательный заряд и везде дульный срез покидает метаемый снаряд. Только не нужно полностью идентифицировать выстрелы из гаубицы, винтовки и ружья! Ведь никому в голову не придёт сделать такое с «Мерседесом» и «горбатым» «Запорожцем»!

Выстрел. В широком смысле выстрелом называют и собственно процессы, происходящие в стволе, и вылет метаемого тела из канала ствола, и комплект боеприпаса. Но это уже артиллерия, где выражение «выстрел к 45-мм противотанковой пушке» вполне обычно и понятно. Для



Стрела

стрелкового оружия выстрелы называют патронами. В дальнейшем, чтобы не уточнять дробовым или пулевым было метаемое тело, буду называть его снарядом.

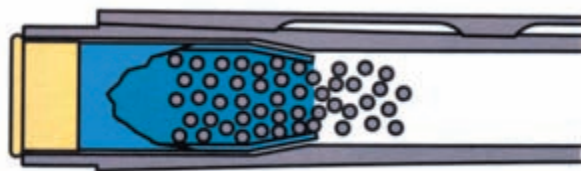
Явление выстрела очень кратковременно и занимает сотые доли секунды, но за это время происходит множество процессов, тесно связанных между собой. Итак. Патрон вставлен в патронник, канал ствола заперт. Нажимаем на спусковой крючок, курок ударил по хвостовику ударника, боёк которого наколол капсюль. Кстати «прокол», или правильнее сказать, сквозное пробитие капсюля считается недостатком, причиной которого может быть как оружие, так и патрон. Начался первый из пяти периодов выстрела, который называется предварительный или пиростатический. Он длится от момента начала воспламенения до начала движения снаряда. Возьму на себя смелость утверждать, что это самый важный с точки зрения внутренней баллистики период. Давление растёт внутри гильзы, движения нет. Система сил замкнута, и оружие находится в покое.

На представленном графике (он взят с реальных испытаний и даже не ретушировался), этот период заключен между точками 0-3 и сначала имеет вид горизонтальной прямой, а далее кривой, резко уходящей вверх. В этом периоде происходит воспламенение порохового заряда. По времени он длится около половины миллисекунды.

В точке 0 произошёл накол капсюля и начался процесс воспламенения инициирующего состава. В точке 1 графика виден всплеск – это давление форса пламени от капсюльного состава. Далее начинается воспламенение порохового заряда, и давление резко возрастает до точки 2. После точки 2 восходящая ветвь кривой давления немного уменьшает угол наклона, а в точке 3 снаряд начинает движение и раскрывается закрутка. Однако в промежутке между точками 2 и 3 происходят очень важные процессы. В это время сжимается амортизирующий элемент пыжа (или он сам, в зависимости от конструкции патрона) и происходит воспламенение основной части заряда.

Резонный вопрос: зачем вообще нужен амортизирующий элемент? Дело в том, что порох энергично горит только под давлением, при максимальной плотности

заряжания. То есть при наибольшей величине соотношения массы заряда к объему камеры сгорания. Именно камеры. Это слово пришло в мир оружия очень давно и с тех пор сохраняется без изменения. Если такого элемента не будет, то снаряд начнёт движение, как только сила давления пороховых газов компенсирует его вес и трение пыжа



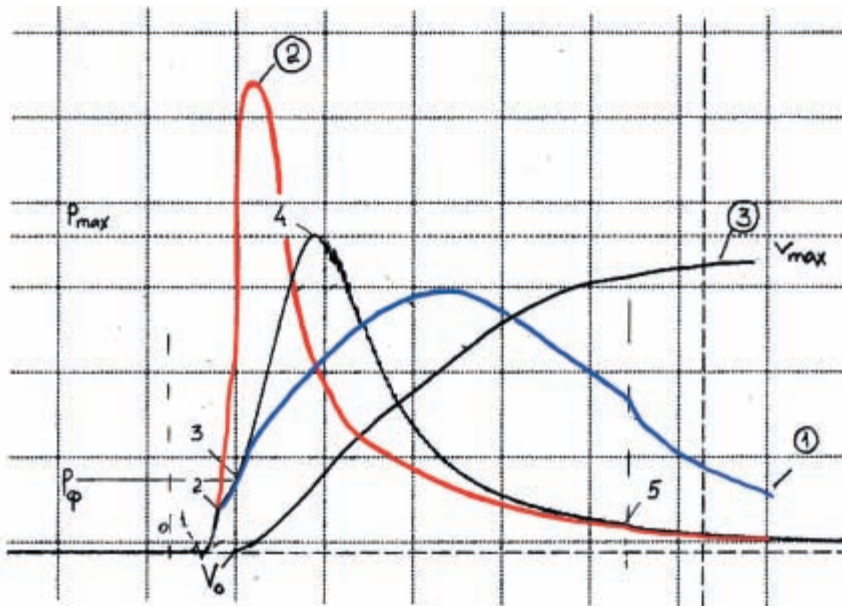


График зависимости давления в канале ствола при выстреле от времени, полученный в результате реальных испытаний. Синим и красным цветом показаны варианты зависимости давления от времени при отсутствии амортизирующего элемента (1) и при высоком давлении форсирования (2)

о внутреннюю часть стенки гильзы. Соответственно начнёт увеличиваться объём камеры сгорания, в неё превратится ствол, и давление будет расти намного более плавно и, вероятно, не достигнет возможного максимума. Естественно, при этих условиях будет большое количество несгоревшего пороха. Графически это можно было бы представить в виде кривой давления 1, показанная синим цветом.

Пыж в патроне для гладкоствольного оружия выполняет несколько функций: обтюрация пороховых газов, отделение заряда от снаряда и создание первоначального давления. Современные пыжи представляют собой довольно сложную конструкцию и могут состоять из собственно пыжа, амортизирующего элемента и контейнера для размещения снаряда, их уже называют пыж-контейнер. Так вот, амортизирующий

элемент служит для компенсации первоначального увеличения объема камеры сгорания в момент воспламенения заряда. Даже небольшая задержка начала движения снаряда даёт значительный прирост объёма пороховых газов и, соответственно, повышение энергетики патрона. Этому же служит закрутка. Чем она плотнее и «равномернее» тем стабильнее от патрона к патрону будет происходить процесс воспламенения заряда, тем более «одинаковым» будет количество образующихся пороховых газов. А на качество закрутки оказывают влияние и физические свойства материала гильзы, особенно полиэтилена, и её разностенность. Если стенка гильзы с одной стороны толстая, а с другой тонкая, то правильно закрутить её не удастся, а в дальнейшем это приведёт к неравномерному открытию гильзы, возможно и к её обрывам.

На первый взгляд решение проблемы полноты сгорания можно решить просто задержав снаряд с помощью каких-то дополнительных устройств. Но это кажущаяся простота. Если задержать сильно, то скорость нарастания давления может стать критической и превратить горение во взрыв. Добавлю, что, задавая необходимую скорость воспламенения, конструктор патрона с помощью амортизатора пыжа искусственно уменьшает плотность заряжания, (очень похоже на розжиг печки соломой) чтобы избежать чрезмерного повышения давления в заснарядном пространстве.

При задержке снаряда максимальная величина давления была бы намного больше номинальной. На графике это могло бы выглядеть как кривая давления 2 (на графике показана красным цветом). Вот почему пороха для лёгких снарядов, например для спортивных патронов, категорически нельзя применять в патронах типа «магнум». Наоборот сделать можно, однако при этом не удастся получить желаемых характеристик патрона, давление будет низким, соответственно и скорость высокой не будет. Понятно, солома ведь горит интенсивнее дров, но зато и сгорает быстро.

Вернёмся в точку 3 графика. С неё начинается движение снаряда и наступает период форсирования. Он очень краток. Начинается с момента страгивания снаряда с места и заканчивается окончанием входа снаряда в ствол. Давление в канале ствола в этот момент называется давлением форсирования — P_f . Оно будет определять скорость горения пороха и его уже почувствует стрелок. Чем выше давление форсирования, тем быстрее разгорается порох, тем

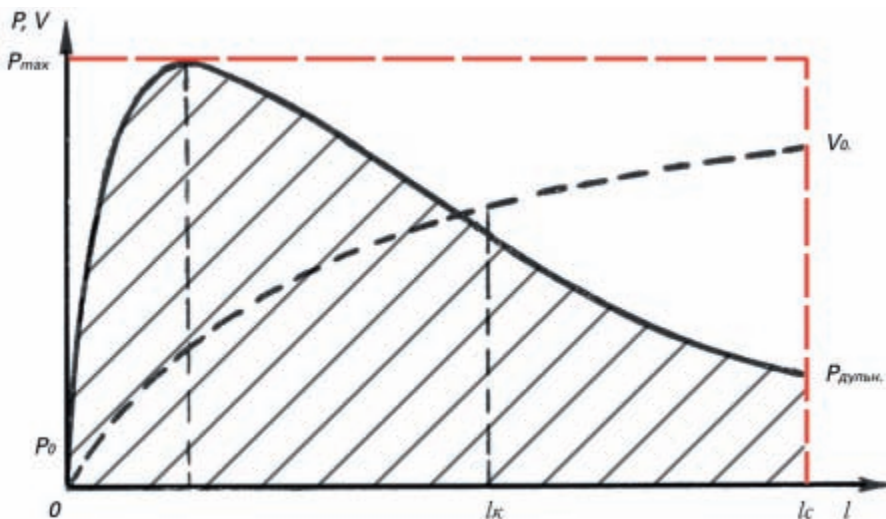


График зависимости давления в канале ствола при выстреле от пути снаряда. Снаряд начинает двигаться при некотором давлении P_0 . Работа пороховых газов при выстреле равна площади под графиком (на рисунке заштрихована). Точка l_k соответствует концу горения порохового заряда

быстрее растёт объём пороховых газов и нарастает скорость снаряда, но тем больше импульс отдачи, тем сильнее толчок в плечо стрелка. Замкнутая до этого момента система сил «гильза-снаряд» разомкнулась и превратилась в систему сил «стрелок-оружие-снаряд».

Следом за периодом форсирования идет пиродинамический период – от окончания входа снаряда в ствол до окончания горения порохового заряда. На графике это основная часть кривой давления от точки 3 до, примерно, третьей части её нисходящей ветви. В этом периоде пороховые газы, сгорая, совершают основную работу по разгону снаряда.

Горение, как таковое, представляет собой действие, когда твёрдое вещество – порох – посредством физических и химических процессов превращается в газообразное и выделяет при этом большое количество энергии в виде расширяющихся раскалённых газов. Скорость горения, кроме давления, зависит от многих факторов. Вот только некоторые из них.

1. Температура воспламенения. При изменении температуры пороха от – 40 до +40 градусов, время воспламенения уменьшается в 3-10 раз (!) в зависимости от марки пороха. Но в любом случае выстрел на морозе и в жару – совершенно разные вещи. Здесь же следует упомянуть влажность. При повышенной влажности скорость уменьшается. Вот поэтому патроны нужно хранить в сухом помещении. Подмокшие лучше просто уничтожить, чем пытаться высушить. Вместе с влагой испарятся и необходимые летучие вещества.

2. Химический состав. Чем выше калорийность пороха, тем выше скорость его горения. Путём введения в порох различных добавок её можно регулировать. Чаще приходится снижать, ведь современные пороха высококалорийны, поэтому пороха флегматизируют. Огромное значение имеет присутствие летучих веществ. Если патрон хранится долго, то они уходят из пороха и скорость его горения резко возрастает до опасной величины! Патрон сильно «дерётся». На этом с темой химического состава пороха закончим, поскольку она слишком велика и сложна и не является предметом нашего рассмотрения в этом материале.

3. Форма и размер порохового элемента. Главное здесь – толщина горящего свода. Это наименьшая толщина стенки порохового зерна. Для более быстрого и полного сгорания пороха делают многоканальными. В этом случае процесс идёт как снаружи, так и изнутри. Таким образом площадь горения сохраняется примерно постоянной. Ведь снаружи она уменьшается, тогда как изнутри увеличивается. Если сделать толщину горящего свода слишком малой, то скорость горения резко возрастёт! Но при этом пороховое зерно быстро разрушится и горение если не прекратится, то очень сильно замедлится. Снова два взаимоисключающих момента!

4. Температура горения. Эта штука тесно связана с калорийностью и для современных бездымных порохов превышает 1500 градусов.

Работу пороховых газов при разгоне снаряда можно представить как площадь под кривой давления в зависимости от пути снаряда. В идеале это был бы прямоугольник, показанный на графике $P(l)$ красной пунктирной линией. Но только с точки зрения количества работы. А вот эксплуатационные свойства оружия очень бы

пострадали. Ещё бы! Ведь в этом случае максимальное давление будет сохраняться с момента накола капсюля до вылета снаряда из канала ствола, следовательно, ствол по всей длине нужно делать толстым, а значит и тяжёлым. И это не все «прелести»: обратите внимание на перепад давлений на дульном срезе в момент, когда снаряд покидает ствол. Представляете, какой грохот раздавался бы при выстреле? Про отдачу оружия даже не говорю. А перегрузки в узле запираания!

К счастью, это чистая теория ничего общего с практикой не имеющая. На практике же любые процессы инерционны, а это значит, что давление будет нарастать постепенно. И чем плавнее это нарастание, тем выстрел для стрелка, в смысле отдачи, комфортнее. Но и здесь палка о двух концах. Уменьшается энергетика выстрела, а пик давления смещается в сторону дульного среза, а это потребует утолщения стенки ствола.

Итак, давление достигает максимума P_{max} , на графике это точка 4. Она располагается в первой трети ствола. Именно поэтому толщина стенки в его казённой части больше, чем в дульной. Кстати, для гладкоствольного оружия P_{max} лежит в пределах от 700 Бар для спортивных патронов до 1200 Бар для «магнума». В этом периоде снаряд получает самое большое ускорение. Объём пороховых газов быстро увеличивается. После точки 4 давление начинает резко падать, почти так же резко, как оно и нарастало. Это понятно. Порох сгорел. Но объём газов ещё очень велик и энергия их тоже весьма значительна. Скорость движения снаряда растёт. Наступает термодинамический период он длится от момента окончания горения заряда до вылета снаряда из канала ствола ружья (точка 5 на графике). С точки зрения баллистики – это самый стабильный период. Давление продолжает падать, скорость снаряда – расти, а своего максимума она достигнет уже за дульным срезом.

И вот снаряд покинул канал ствола – начался период последствия. Он будет продолжаться до полного истечения пороховых газов из канала ствола. В этом периоде снаряд имеет самую высокую скорость V_{max} , точка 3 на графике скорости. Это произойдет на расстоянии примерно 3-5 метров от дульного среза. Влияние пороховых газов на снаряд в этом периоде незначительно, однако кучность дробового выстрела, в случае бесконтейнерного патрона, определённо уменьшается.

Разумеется, изложенное не претендует на полное описание процессов, происходящих при выстреле. Законы движения снаряда в канале ствола изучаются наукой, которая называется внутренней баллистика. Без понимания её основ невозможно грамотно использовать оружие.

В заключение хотелось бы дать несколько советов тем, кто сам снаряжает патроны.

1. Никогда не превышайте навеску пороха, рекомендованную заводом-изготовителем! Помните о значении плотности заряжания.

2. Никогда не «подпрессовывайте» пороховой заряд!

3. Никогда не смешивайте разные марки пороха в одном заряде!

4. Всегда соблюдайте правило: каждому снаряду – свой заряд!

При следовании этим несложным рекомендациям охота будет в радость, а стрельба в удовольствие! Удачи вам! ☺