

ГЛАВА VII

МЕХАНИЗМЫ ЗАПИРАНИЯ И ОТПИРАНИЯ КАНАЛА СТВОЛА

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ И ТРЕБОВАНИЯ

Механизм запирания и отпирания канала ствола—это совокупность деталей, предназначенных для запирания канала ствола во время выстрела и отпирания после выстрела для производства последующих операций.

Узлом запирания называется совокупность деталей, входящих в механизм запирания и отпирания канала ствола, обеспечивающих в момент выстрела удержание гильзы в патроннике ствола.

Основной деталью механизма запирания и отпирания является *защелка*, воспринимающий на себя обычно все давление пороховых газов, передаваемых через дно гильзы.

Запирание и отпирание канала ствола может осуществляться:

- при неподвижном стволе и подвижном затворе;
- при подвижном стволе и подвижном затворе;
- при подвижном стволе и неподвижном затворе.

В связи с этим различают короткий и длинный ход ствола; свободный и полусвободный затвор

Короткий ход ствола — это тот путь, который совершает ствол совместно с затвором за время, пока пуля не покинет канал ствола.

Длинный ход ствола — тот путь, который проходит ствол до того момента, пока его казенная часть не встанет впереди или сзади магазина.

Свободный затвор — это затвор, который не имеет механической связи со стволом и прижимается к казенному срезу ствола только силой возвратной пружины.

Полусвободный затвор — это затвор, который находится в сцеплении со стволом или ствольной коробкой до момента, пока пуля не покинет канал ствола либо казенная часть ствола не пройдет магазин.

Отпирание и запирание канала ствола в неавтоматическом оружии осуществляется за счет мускульной силы стрелка. В автоматическом оружии отпирание канала ствола осуществляется:

- за счет давления пороховых газов через дно гильзы

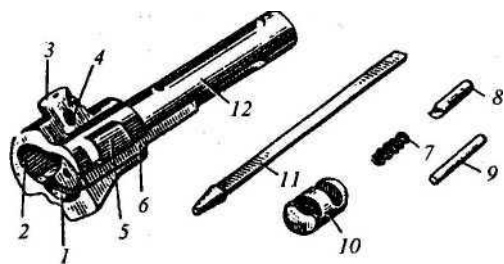
- за счет передачи давления отводимых через отверстие в канале ствола пороховых газов на поршень, соединенный с затвором непосредственно или через промежуточные детали;
- за счет трения пули о нарезы канала ствола.

Запирание канала ствола осуществляется за счет потенциальной энергии возвратных пружин, накопленной при отходе подвижных деталей механизма запирания и отпирания.

Деталь, которая непосредственно прикрывает канал ствола с казенной части, называется *остовом затвора*.

Поверхности элементов деталей, находящихся в сцеплении со ствольной коробкой и воспринимающие давление при выстреле, называются *опорными поверхностями*, а сами элементы — *боевыми*.

Углубление в передней части затвора, предназначенное для помещения шляпки гильзы, называется чашечкой, а дно чашечки — *зеркалом*.



Затвора автомата АКМ:

1 — вырез для дна гильзы; 2 — вырез для выбрасывателя; 3 — ведущий выступ; 4 — отверстие для оси выбрасывателя; 5 — боевой выступ; 6 — продольный паз для отражателя выступа; 7 — пружина выбрасывателя; 8 — ось выбрасывателя; 9 — шпилька; 10 — выбрасыватель; 11 — ударник; 12 — затвор

Процесс сцепления затвора (боевой личинки) со ствольной коробкой называется *запиранием затвора*, а процесс расцепления — *отпиранием*.

Кроме запирания канала ствола в функции затвора обычно входит участие в перезарядании оружия, т. е. досылка патрона в патронник; при помощи выбрасывающего механизма затвор производит извлечение гильзы из патронника или же извлечение патрона при разряжении оружия.

Зеркальным зазором называется расстояние от зеркала затвора до наружной поверхности дна гильзы при крайних положениях затвора и гильзы.

Минимальная величина этого зазора должна обеспечивать возможность запирания затвора, а максимальная — исключать поперечные разрывы гильзы.

Определенность положения гильзы относительно ствола достигается прочным сцеплением элементов деталей узла запирания при выстреле и минимальными значениями величин зеркального зазора и упругой деформации узла запирания.

Упругая деформация узла запирания зависит от площади поперечного сечения деформируемых при выстреле деталей (обычно ствольной коробки) и длины узла запирания.

Длиной узла запирания называется наибольшая длина элемента связывающей детали (обычно ствольной коробки), на которой происходит деформация деталей узла при выстреле.

При запирании канала ствола затвором эта длина равна расстоянию по ствольной коробке от опорных поверхностей боевых упоров (для затвора) до передних поверхности ствольной коробки для крепления ствола I_3 ,

В соответствии с назначением и условиями работы узел запирания должен отличаться:

- прочностью места соединения ствола со ствольной коробкой и сцепления затвора со стволом в различных условиях использования оружия;
- минимальной упругой деформацией, исключая поперечные разрывы гильзы при выстреле;
- минимальной температурной предельной деформацией, обеспечивающей минимальное изменение зазора между наружной поверхностью дна гильзы и дном чашечки (зеркалом) затвора в процессе стрельбы, что необходимо для гарантированного запирания затвора при соблюдении поперечной прочности гильзы и приемлемой точности изготовления деталей узла запирания.

Исходя из условий назначения запирающего механизма, можно отметить следующие требования, предъявляемые к нему:

- его детали должны иметь прежде всего достаточную прочность, чтобы выдерживать давление пороховых газов при выстреле, передаваемом через дно гильзы на затвор;

- не должен допускать прорыва пороховых газов, для этого величина зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы не должна превосходить определенного предела;
- должен быть возможно простым;
- должен принимать участие в перезарядании оружия, обеспечивая бесперебойную работу оружия как в отношении досылания патрона в патронник, так и извлечения гильзы из патронника;
- сцепление затвора со ствольной коробкой желательно симметричное, т. е. опорные плоскости должны находиться по обе стороны оси канала ствола;
- его детали должны быть возможно меньших размеров, так как они влияют на размеры ствольной коробки, представляющей одну из тяжелых деталей в оружии;
- его изготовление не должно усложнять производственных условий, для этого очертание деталей должно быть наипростейшим и не требовать высокой точности изготовления;
- при его конструировании следует предусматривать малый износ деталей и возможность устранения влияния износа.

2. ТИПЫ ЗАТВОРОВ

В зависимости от конструкции, характера и направления движения затворы бывают скользящие, качающиеся, клиновые и инерционные.

Скользящие затворы

В стрелковом оружии они получили самое широкое распространение. К ним

относятся такие затворы, которые перед сцеплением со ствольной коробкой и после расцепления совершают движение по направлению оси канала ствола, а в момент сцепления и расцепления прямолинейное движение могут изменить в какое-нибудь другое движение, например, во вращательное. При этом вращательное движение может быть

самое разнообразное (вокруг продольной, поперечной оси) как затвора, так и части затвора (боевой личинки) или какого-нибудь другого запирающего элемента.

Скользящие затворы позволяют создать наилучшие условия для перезаряжания и компоновки всех остальных механизмов оружия, а конструкцию затвора сделать очень простой.

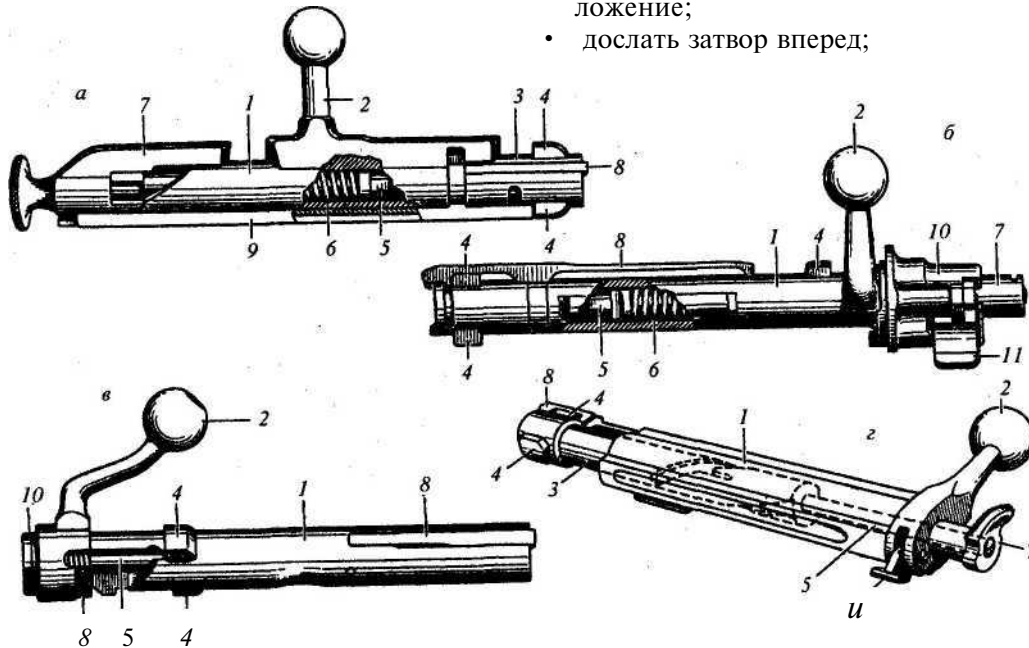
Недостаток такого затвора заключается в том, что он требует длину хода назад не менее длины патрона, что приводит к удлинению ствольной коробки, и увеличению веса оружия.

Скользящие затворы, применяемые в неавтоматическом оружии, разделяются на:

- затворы с поворотом;
- затворы прямолинейного движения.

Приемы стрельбы, необходимые для производства следующего выстрела, при скользящем затворе с поворотом сводятся к следующему:

- повернуть затвор справа налево при помощи рукоятки, чтобы вывести боевые выступы из кольцевых пазов ствольной коробки;
- отвести затвор в крайнее заднее положение;
- дослать затвор вперед;



Основные типы затворов неавтоматических винтовок:

a — с поворачивающейся рукояткой, расположенной в средней части стебля затвора (винтовка Мосина 1891 г., Россия); *б*, *в* — с поворачивающейся рукояткой, расположенной в задней части стебля затвора (соответственно винтовки Маузера 1898 г., Германия, и MAS-36, Франция); *г* — с рукояткой, имеющей только прямолинейное движение (винтовка Манлихера 1895 г., Австро-Венгрия);

1 — стебель; 2 — рукоятка; 3 — боевая личинка; 4 — боевые выступы; 5 — ударник; 6 — боевая пружина; 7 — курок; 8 — выбрасыватель; 9 — соединительная планка; 10 — соединительная муфта; 11 — предохранитель

- повернуть затвор слева направо;
- в момент прицеливания нажать на спусковой крючок.

При втором типе затвора количество приемов для производства выстрелов сокращается. Стрелок должен только отвести затвор назад, дослать его вперед и нажать на спусковой крючок.

Рассмотрим его работу. Стебель этого затвора может двигаться только поступательно, так как его направляющие выступы помещаются в продольном пазу ствольной коробки. Внутри стебля затвора находится хвост боевой личинки, снабженный винтовыми пазами, в которые входят выступы стебля затвора. На переднем конце личинки имеются два симметрично расположенных выступа, служащих для сцепления затвора со ствольной коробкой.

При движении затвора вперед после некоторого пути боевая личинка встанет своими выступами против кольцевых пазов ствольной коробки. При этом стебель затвора еще продолжает двигаться, а так как его выступы входят в винтовые пазы на хвосте личинки, то личинка повернется на некоторый угол, ее выступы войдут в пазы ствольной коробки, чем и достигается закрытие затвора. При отводе затвора назад боевая личинка получает вращение в обратную сторону.

К недостаткам этого типа затворов относятся конструктивная сложность, увеличение длины и необходимость большего усилия при открывании затвора.

Качающиеся затворы

Качающийся затвор — это такой затвор, который постоянно сцеплен со ствольной коробкой задним концом,

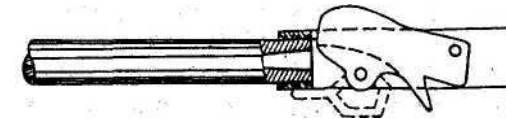


Схема качающегося затвора

а его передний конец относительно казенного среза ствола имеет только поперечное движение.

Подобные затворы распространения не получили, так как они усложняют условия перезаряжания. Для досылания патрона в патронник и для извлечения гильзы из патронника необходимо создавать сравнительно сложные механизмы, действующие быстро и точно. Кроме того, форма самого затвора получается сложной вследствие наличия криволинейных поверхностей, направляющих движение патрона в патронник и движение отражаемой гильзы.

Преимущество затвора в том, что он позволяет сделать ствольную коробку более короткой.

Клиновые затворы

Клиновые и поперечно движущиеся затворы при работе совершают поступательное движение, перпендикулярное оси канала ствола.

Достоинство — независимость его размеров и длины ствольной коробки от длины патрона, что позволяет сконструировать короткое оружие.

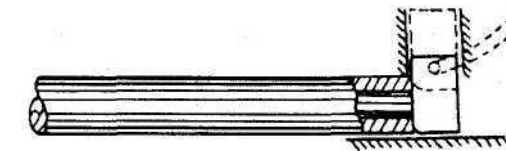
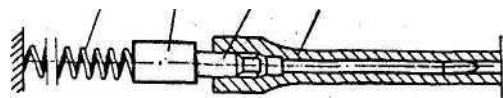


Схема клинового затвора

Инерционные затворы

Эти затворы не сцепляются со ствольной коробкой, а поэтому их называют еще *свободными*. Затвор прижимается к обрезу ствола силой пружины. Надежность запирания достигается, прежде всего, большой массой затвора. Они отличаются большой простотой устройства.



Принципиальная схема системы со свободным затвором:

1 — ствол; 2 — затвор; 3 — возвратная пружина; 4 — гильза

3. СПОСОБЫ ЗАПИРАНИЯ И ОТПИРАНИЯ КАНАЛА СТВОЛА

По характеру движения деталей в процессе запирания узлы запирания можно разделить на три группы:

- с поворотом запирающей детали (затвора, боевой личинки, муфты) вокруг продольной оси;
- с перекосом запирающих деталей (затвора, ствола, рычага, боевых упоров, защелок) вокруг поперечной оси;
- с поперечным перемещением запирающих деталей (роликов, клиньев, боевых личинок, затворов).

При запирании затвора *поворотом запирающих деталей вокруг продольной оси* происходит сцепление их боевых выступов с боевыми упорами ствольной коробки или муфты. Количество боевых выступов определяется допустимыми размерами затвора или боевой личинки. Наиболее распространены узлы запирания с двумя боевыми выступами. Встречаются узлы и с большим (до 7—8) количеством выступов. С увеличением числа боевых выступов уменьшается угол поворота, необходимый для запирания, однако при этом несколько уменьшается и полезная поверхность зацепления выступов затвора упорами ствольной короб-

ки за счет суммарных зазоров между запирающими элементами.

Для уменьшения поперечных выступов при допустимых напряжениях смятия на опорных поверхностях в ряде случаев боевые выступы располагают в несколько рядов.

Опорные поверхности боевых выступов запирающих деталей выполняют по винтовой линии для облегчения отпираания затвора после выстрела.

При запирании затвора *перекосом запирающих деталей* опорные поверхности одной или двух перекашивающихся деталей заходят за уступ ствольной коробки, чем и обеспечивают запираение.

Если перекашивающейся деталью является затвор, то его зеркало выполняют под углом в поперечной плоскости затвора, равным углу перекоса, для обеспечения перпендикулярности плоскости зеркала оси ствола, т. е. параллельности плоскости дна гильзы во время выстрела.

Опорные поверхности перекашивающихся запирающих деталей выполняют под некоторым углом, обеспечивающим минимальные затраты энергии

ведущего звена на отпираение и запираение затвора.

Узлы запирания с перекосом запирающих деталей получаются сравнительно длинными, поэтому чаще, чем другие, вызывают поперечные разрывы гильз и в современных образцах оружия имеют ограниченное применение.

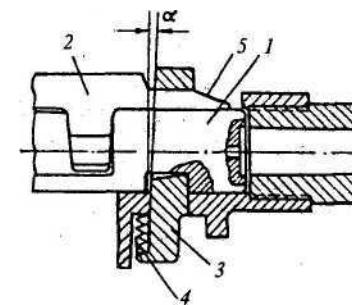
При запирании затвора *поперечным перемещением запирающих деталей* за опорные поверхности ствольной коробки заходят ролики, клинья или сам затвор. Запирающих деталей может быть одна или две. Наиболее распространены узлы запирания с одной запирающей деталью. При симметричном запирании в качестве запирающей детали обычно применяются ролики.

Как было отмечено выше, в стрелковом оружии наибольшее распространение получили скользящие затворы. При этом чаще всего используются следующие способы запирания: клиновое; запираение перекосом затвора; рычажное; кривошинно-шатунное; запираение поворотом затвора, или боевой личинки; запираение перекосом ствола.

Клиновое запираение

При клиновом запираении сцепление затвора со ствольной коробкой (а следовательно, и со стволом) осуществляется при помощи промежуточной детали, называемой *клином*. Движение клина при сцеплении и расцеплении затвора происходит в направлении, перпендикулярном оси канала ствола (или близком к перпендикулярному).

Запирающий клин может располагаться как в передней, так и задней части затвора.



Механизм запираения автоматической винтовки Симонова обр. 1936 г.:

1 — остов затвора; 2 — стембель затвора; 3 — запирающий клин; 4 — пружина клина; 5 — наклонная плоскость стембеля затвора

Примером оружия с клиновым запираением, когда клин расположен в передней части затвора, является автоматическая винтовка Симонова обр. 1936 г. (АВС). Рассмотрим работу ее механизма запираения. При приходе остова затвора в переднее положение он останавливается; стембель затвора, продолжая движение вперед, своей наклонной плоскостью поднимает запирающий клин, при этом клин заходит за опорную плоскость остова.

После полного подъема клина остов затвора несколько подается вперед вследствие того, что опорные плоскости ствольной коробки имеют наклон $\alpha = 5^\circ$; этот наклон облегчает заход клина в вырезы затвора. Угол наклона меньше угла трения, поэтому клин самотормозящийся. При отпираении вручную стембель затвора выходит из-под клина, пружина опускает клин — затвор свободен. При стрельбе клин выводится из сцепления с затвором *выводной муфтой*, соединенной со штоком.

Примером заднего расположения клина является запирающий механизм пулемета Браунинга[^]

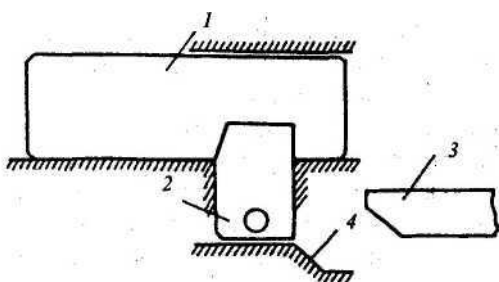


Схема запирающего механизма пулемета Браунинга:

1 — затвор; 2 — запирающий клин; 3 — неподвижная вилка; 4 — неподвижный короб

низ связан со стволом и работает при его движении.

При движении назад подвижной системы (ствол, ствольная коробка, затвор) цапфы запирающего клина находят на скосы неподвижной вилки, клин опускается и освобождает затвор, происходит отпирание. Запирание осуществляется после подхода затвора к стволу, за счет совместного движения затвора и ствола в переднее положение. В это время клин скользит по скосу неподвижного выступа короба и поднимается, входя в вырез затвора.

Переднее расположение клина позволяет создать простой и надежный запирающий механизм с незначительной его длиной.

Заднее расположение клина резко увеличивает длину узла запирания со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Достоинство таких механизмов — можно создать очень короткий запирающий механизм, обеспечивающий хорошие условия работы гильзы при выстреле.

Недостаток — несимметричность

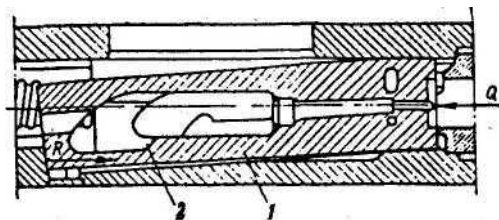
Запирание перекосом затвора

Эти механизмы запирания получили широкое распространение в автоматическом оружии с отводом пороховых газов. Перекос затвора осуществляется различным образом в зависимости от устройства механизма подачи и общей компоновки механизмов. Затвор может перекашиваться вправо, как у пулемета системы Горюнова (СГМ) обр. 1943 г., влево, вниз, как у карабина СКС, и вверх. При этом опорная поверхность затвора заходит за опорную поверхность ствольной коробки, чем и достигается надежное запираение.

В пулемете Горюнова затвор при подходе в крайнее переднее положение останавливается, рама продолжает движение вперед. Фигурный выступ рамы, нажимая на скос фигурного выема затвора, поворачивает затвор, задний конец его заходит за опорную поверхность ствольной коробки, вследствие чего задний конец его заходит за опорную поверхность ствольной коробки.

Достоинства:

- простота устройства;
- минимальное количество деталей;
- хорошая надежность действия.



Механизм запираения станкового пулемета системы Горюнова обр. 1943 г.:

1 — затвор; 2 — скос фигурного выема затвора

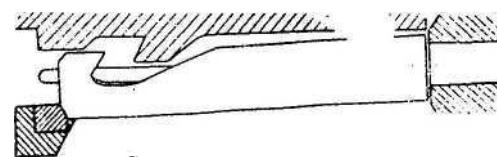


Схема запирающего механизма карабина СКС

Недостатки:

- большая длина узла запираения, связанная с деформацией деталей и неблагоприятными условиями работы гильзы;
- трудность обеспечения перпендикулярности зеркала затвора к оси канала ствола, что также имеет значение для условий работы гильзы при выстреле (неперпендикулярность способствует поперечным разрывам гильз);
- наличие так называемого расклинивания, т. е. торможения подвижной системы автоматики силами трения, возникающими в результате перекоса затвора, что отражается на надежности работы автоматики и приводит к износу ее частей;
- асимметричность запираения ведет к возникновению сил, которые стремятся повернуть затвор в сторону, противоположную одной из поверхностей (силы R и Q на схеме механизма запираения пулемета Горюнова). Следует отметить, что этот недостаток большого значения не имеет.

Запирание боевыми упорами

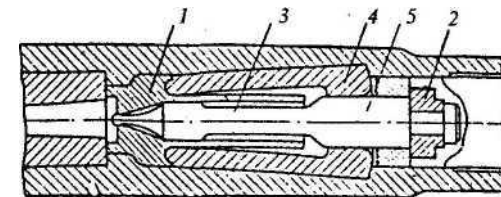
При запираении боевые упоры вращаются в горизонтальной плоскости и сцепляются затвор со ствольной коробкой.

Этот способ запираения применен во всех пулеметах Дегтярева

де затвора в переднее положение он останавливается, а затворная рама вместе с ударником продолжает движение вперед. Утолщенная часть ударника при этом разводит боевые упоры, чем и достигается сцепление затвора со стволом. Отпирание производится фигурным выемом на затворной раме, сводящим боевые упоры.

Достоинства:

- простота устройства;
- абсолютная надежность действия;
- симметричность запираения;



Механизм запираения пулеметов системы Дегтярева:

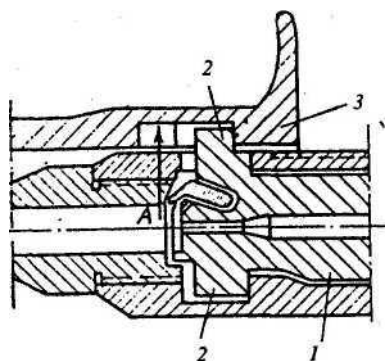
1 — остов затвора; 2 — затворная рама; 3 — ударник; 4 — боевой упор; 5 — утолщенная часть ударника

- удобство ремонта при восстановлении зазора между дном чашечки и казенным срезом ствола, который выполняется путем замены простых деталей.

Недостаток — соблюдение симметричности запираения требует обеспечения одновременного плотного прилегания обоих боевых упоров, что влечет за собой тщательную подгонку каждого упора.

Запирание поворотом затвора, или боевой личинки

Этот способ запираения занимает видное место в современном автоматическом оружии как



фл. стр. Л

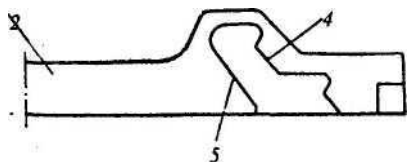


Схема механизма запирания с поворотом затвора:

- 1 — затвор; 2 — боевые выступы затвора; 3 — рама; 4 — скос паза рамы; 5 — наклонная грань паза рамы

вых газов, так и с отдачей ствола. Поворот затвора целесообразно применять в системах с отводом газов, а поворот боевой личинки или запирающей муфты — в системах с отдачей ствола.

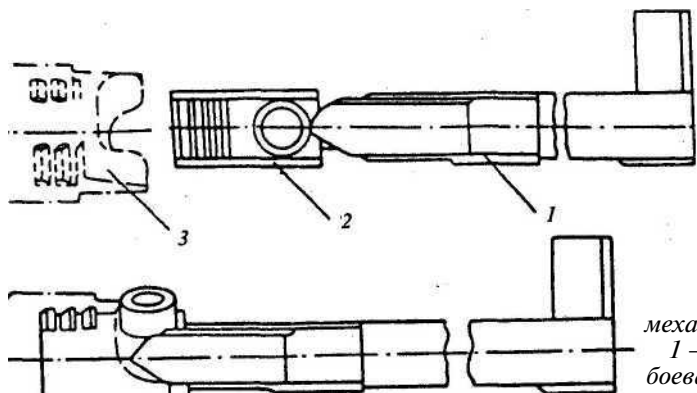


Схема запирающего механизма пулемета МГ-151: 1 — стемпель затвора; 2 — боевая личинка; 3 — казенник

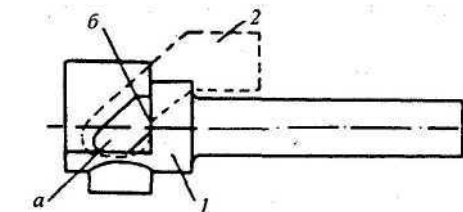


Схема запирающего механизма автомата АК:

- 1 — затвор; 2 — вырез затворной рамы; а — запирающий выступ; б — вертикальная площадка

Данный способ позволяет получить очень короткий узел запирания и простые по устройству механизмы запирания и отпирания.

При запирании поворотом затвора (или боевой личинки) сцепление затвора со ствольной коробкой достигается поворотом затвора относительно его продольной оси; при этом боевые выступы затвора заходят за опорные поверхности ствольной коробки.

Поворот затвора осуществляется при помощи скоса паза рамки, сделанной заодно с поршнем подвижной системы. При приходе затвора в переднее положение он останавливается, а рамка, продолжая движение, скосом паза

поворачивает затвор. Боевые выступы затвора заходят за опорные поверхности ствольной коробки, чем и достигается сцепление затвора со ствольной коробкой. Отпирание производит наклонная грань паза рамки.

При данном способе запирания можно получить узел запирания небольшой длины.

Отпирание и запираение затвора автомата Калашникова основано на взаимодействии запирающего выступа на затворе с фигурным пазом затворной рамы. Расклинивание исключается тем, что фигурный паз затворной рамы имеет вертикальную площадку, которой упирается в затвор при движении системы вперед. Начальный поворот во время запираения затвор получает от взаимодействия в переднем положении со скосом ствольной коробки.

Запираение с поворотом боевой личинки реализовано в германском пулемете МГ-151, работающем на принципе отдачи ствола.

При движении системы вперед стемпель затвора упирается в ролик боевой личинки. Расклинивание не имеет места. Начальный поворот боевая личинка получает от взаимодействия в переднем положении со стенкой выреза казенника, а дальнейший поворот осуществляется стемпелем затвора.

При движении ствола назад ролики боевой личинки взаимодействуют с наклонными стенками коробки, отчего она и поворачивается, отбрасывая стемпель затвора в заднее положение. Механизм отпирания здесь используется для увеличения кинетической энергии стемпеля затвора (ускорения затвора) за счет кинетической энергии ствола.

Механизм запирания поворотом муфты сложен по своему устройству и неудобен в обращении. В силу этих недостатков не получил широкого распространения.

Рычажное запираение

Затвор подпирается рычагом (или запирающими защелками), который вращается на оси, закрепленной в ствольной коробке. Такой способ запираения применен в автомате Федорова, у которого запираение осуществляется двумя рычагами.

Работа этого механизма запираения происходит при движении ствола назад с коротким его ходом. При движении ствола назад рычаг, взаимодействуя с выступом неподвижного корпуса, освобождает затвор — происходит отпирание. Во время движения затвора назад рычаги остаются в повернутом положении, а ствол — в заднем положении. При подходе затвора к стволу последний освобождается для

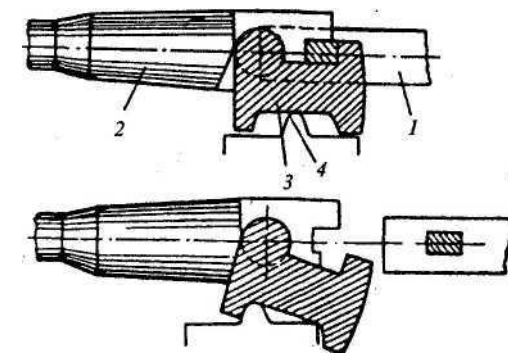


Схема запирающего механизма автомата Федорова: 1 — затвор; 2 — ствол; 3 — рычаг; 4 — неподвижный корпус

движения вперед, и происходит запираание затвора.

Данный механизм позволяет получить небольшую длину узла запираания. В этом его основное преимущество перед запираанием боевыми упорами.

Применительно к системе с отдачей ствола они обладают тем недостатком, что не выполняют функции ускорителя затвора после отпирания. Это требует дополнительного механизма ускорения затвора, что существенно усложняет систему оружия в целом.

Кривошинно-шатунное запираание

Такой способ запираания применен в пулемете Максима обр. 1910 г. Этот способ запираания осуществляется по схеме кривошинно-шатунного механизма.

На схеме показано положение частей перед выстрелом. Ствол со станинами рамы, выполняющими роль ствольной коробки, занимает крайнее переднее положение. Очередной патрон находится в патроннике и за закраину

удерживается изгибами боевой личинки. Шатун и мотыль образуют тупой угол, обращенный вершиной вверх. Мотыль упирается в выступ станины рамы. Между рукояткой и роликом имеется небольшой зазор.

При выстреле под действием пороховых газов на дно гильзы вся подвижная система идет назад. После некоторого свободного хода рукоятка упирается в ролик и, взаимодействуя с ним, начинает движение по часовой стрелке. Вместе с рукояткой поворачивается и мотыль.

По мере поворота мотыля, благодаря его воздействию на шатун, замок начинает отходить от ствола. Происходит экстракция гильзы. При отходе подвижной системы назад растягивается возвратная пружина. В конце хода подвижной системы назад рукоятка коротким плечом ударяет по ролику и получает со стороны ролика толчок в обратном направлении. Под действием этого толчка и возвратной пружины подвижная система возвращается вперед.

Этот способ запираания создает плавность движения затвора и патрона при их подаче, что обеспечивает надежность действия.

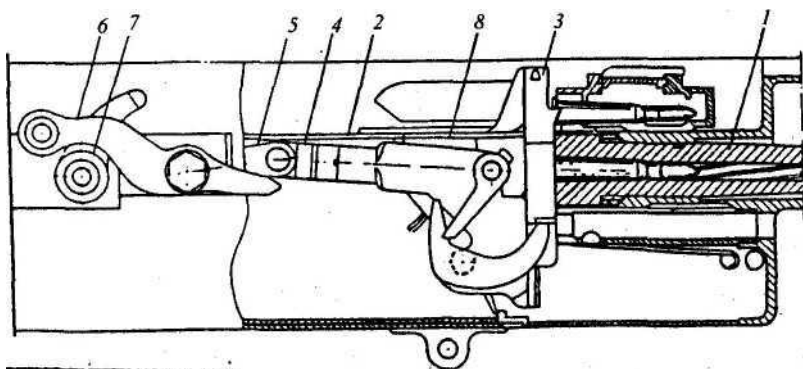


Схема устройства пулемета системы Максима обр. 1910 г.: 1 — ствол; 2 — левая станина рамы; 3 — боевая личинка; 4 — шатун; 5 — мотыль; 6 — рукоятка; 7 — ролик; 8 — осцанов замка

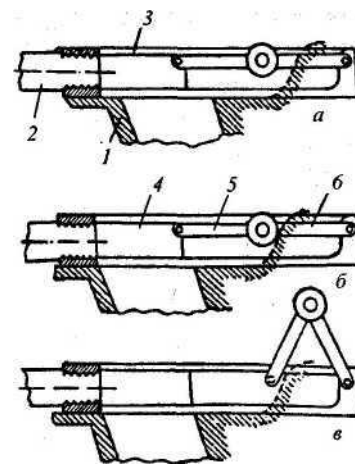


Схема работы механизма запираания пистолета «Парабеллум»: а — затвор закрыт; б — начало отпирания; в — заднее положение затвора; 1 — рамка; 2 — ствол; 3 — ствольная коробка; 4 — затвор; 5 — шатун; 6 — мотыль

Недостатки:

- сложное устройство механизма;
- большая длина узла запираания и обилие деталей, составляющих его, приводит к сильному увеличению при выстреле зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы, вследствие чего поперечный разрыв гильзы наступает здесь при значительно меньших зазорах, чем в других системах запираания;
- требуется обработка деталей узла запираания с высокой точностью.

Названные недостатки не позволяют применять этот способ в современном оружии. Правда, данный способ был с успехом применен в пистолете Люгера «Парабеллум». В нем система запираания состоит из двух рычагов, шарнирно соединенных между собой, с затвором и задним выступом ствольной коробки. На одном из рычагов с наружной стороны

имеются пуговицы с пазами для прохода скошенных выступов задней стенки рамки. В исходном положении средняя ось рычагов находится чуть ниже остальных, чем обеспечивается надежное запираание. При выстреле ствол с затвором и ствольной коробкой отходят назад совместно до момента, пока пуговицы не начнут скользить по наклонным выступам. Рычаги складываются, происходит расцепление ствола с затвором и сжатие возвратной пружины, под действием которой запирающий механизм занимает исходное положение.

Запираание с помощью роликов

Работа запирающего механизма с использованием роликов происходит следующим образом.

В боковых стенках коробки имеются выемы полусферической формы, в которые входит два ролика.

При выстреле затвор отходит назад, выталкивает ролики и сближает их. При

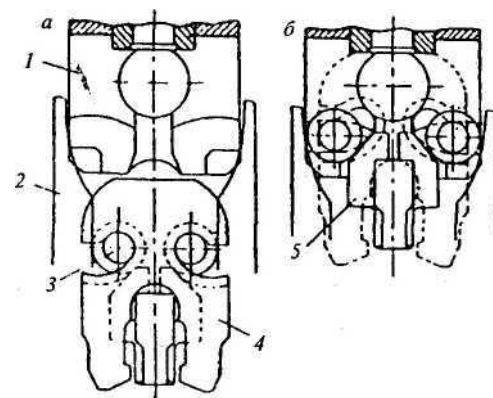


Схема узла запираания пулемета MG-42: а — затвор открыт; б — затвор закрыт; 1 — казенник; 2 — планка обоймы корпуса; 3 — ролики; 4 — боевая.

возвращении подвижной системы выступы затвора снова разводят ролики.

Механизм был реализован в германском пулемете MG-42 и чешском пистолете CZ-52.

Достоинства:

- обеспечивается надежное запираение канала ствола;
- смягчается отдача, что позволяет использовать в пистолете мощные патроны.

Недостатки:

- высокая себестоимость изготовления;
- чувствительность к отклонениям мощности патрона и массы пули.

Запираение перекосом ствола

Эта система применяется обычно в пистолетах, например ТТ обр. 1933 г. и «Кольт» М1911А.

На верхней поверхности ствола имеются кольцевые выступы, которые входят в пазы кожуха-затвора и обеспечивают жесткое сцепление. Ствол через серьгу соединен с рамкой пистолета.

При выстреле затвор под действием пороховых газов на дно гильзы отходит

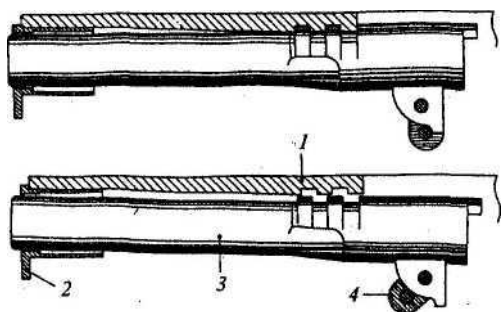


Схема запираения пистолета «Кольт» М1911А:
1 — хвост затвора; 2 — муфта;

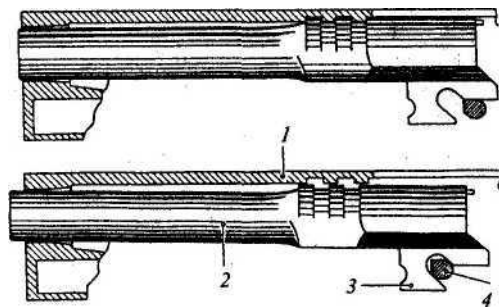


Схема запираения пистолета «Браунинг Хай Пауэр»:
1 — кожух затвора; 2 — ствол;
3 — прилив ствола; 4 — упор рамки

назад совместно со стволом. Серьга, поворачиваясь на оси, верхней осью опускает казенную часть ствола и расцепляет кожух-затвор со стволом. Ствол останавливается, а затвор движется назад один, сжимая возвратную пружину.

При обратном движении затвор толкает вперед ствол, серьга поднимает ствол, выступы входят в пазы и происходит запираение.

Упрощенный вариант этой системы применен в пистолете «Браунинг Хай Пауэр». Здесь серьгу заменяет прилив со скосом. При отходе ствола назад прилив своим скосом скользит по скосу упора рамки пистолета и опускается. Выступы ствола выходят из пазов кожуха, происходит расцепление ствола с кожухом и отпираение канала ствола.

Запираение пороховыми газами

Этот способ начал разрабатываться в последние десятилетия XX в. Реальные успехи достигнуты в личном автоматическом оружии.



Пистолет «Хеклер—Кох» Р-7:
1 — поршень замедлителя; 2 — камера замедлителя; 3 — газоотводное отверстие

Примером могут служить израильский пистолет «Дезерт Игл» и германский «Хеклер—Кох» Р-7.

Специальный цилиндр с поршнем-замедлителем со своей пружиной помещается внутри возвратной пружины, а в стволе имеется отверстие для прохода газов.

При выстреле часть газов проходит в цилиндр через отверстие и давит на поршень, который как бы становится буфером и замедляет отход затвора. После вылета пули из канала ствола газы выходят через то же отверстие назад под действием поршня и возвратной пружины.

Запираение свободным затвором

Особенность этого механизма запираения в том, что в нем затвор не сцеплен с неподвижным стволом. Запираение канала ствола осуществляется за счет достаточной массы затвора и силой предварительно поджатой возвратной пружины.

Для того чтобы произошло отпираение канала ствола, необходимо, чтобы

давление пороховых газов на дно гильзы было больше суммарной силы, оказывающей сопротивление движению затвора назад.

Отметим силы, противодействующие движению затвора:

- сила сопротивления пружины, прижимающей затвор к срезу ствола;
- сила трения, возникающая между направляющими в ствольной коробке и затвором;
- сила трения гильзы в патроннике, так как затвор без гильзы двигаться не может;
- сила инерции (масса) затвора.

При выстреле отпираение канала ствола осуществляется за счет давления пороховых газов на дно гильзы, передаваемое затвору, после достижения давления форсирования. Из-за разницы в массах затвор и пуля движутся с различной скоростью. Поэтому пуля успеет покинуть канал ствола еще до того момента, когда гильза станет выходить из патронника утонченной частью, т. е. начнется момент открывания канала ствола. Запираение канала ствола осуществляется при возвращении затвора в исходное положение за счет энергии сжатой возвратной пружины.

При обратном движении затвор досылает патрон в патронник.

Достоинство — простота устройств* и работы.

Недостатки:

- создает высокий темп стрельбы;
- требует массивный затвор.



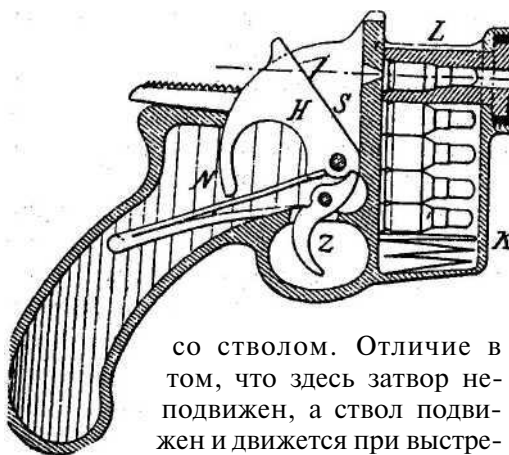
Схема запираения свободным затвором

Этот механизм отпираания и запираания канала ствола используется в оружии с маломощными патронами — пистолетах и пистолетах-пулеметах.

Для снижения темпа стрельбы делают массивный затвор либо применяют всевозможные замедлители.

Запираание свободным стволом

Механизм отпираания и запираания канала ствола со свободным стволом, так же как и механизм со свободным затвором, имеет затвор, не сцепленный



Пистолет
Манлихера обр. II

При выстреле под действием пороховых газов гильза выходит из патронника, а пуля движется по каналу ствола и за счет трения с нарезами приводит в движение ствол. Отпираание канала ствола начинается с момента врезания пули в нарезы.

К моменту прихода ствола в крайнее переднее положение, т. е. когда казенный срез ствола пройдет патрон в магазине, пуля покинет канал ствола.

Запираание канала ствола осуществляется при обратном ходе ствола под действием сжатой возвратной пружины. При этом ствол извлекает

из магазина патрон и досылает его в патронник.

Достоинства:

- гасит отдачу мощных патронов;
 - извлекает гильзу из патронника в наиболее благоприятных условиях.
- Недостатки:
- снижает скорострельность;
 - приводит к громоздкости ствольной коробки.

Способ запираания свободным стволом использован в пистолете Манлихера второго образца.

Запираание с помощью вращающегося ствола

Для реализации этого способа на поверхности ствола, в общем случае, в дульной части делают скошенные выступы, а в казенной — продольные. Скошенные выступы размещаются в ско-

шенных пазах ствольной коробки, а продольные — в продольном круговом пазу затвора, обеспечивая движение назад ствола с затвором при выстреле.

Во время движения ствола скошенные паза заставляют его поворачиваться на определенный угол, достаточный для того, чтобы продольные выступы ствола встали против продольных пазов затвора и произошло расцепление ствола с затвором, т. е. отпираание канала ствола.

Запираание канала ствола происходит в обратной последовательности.

Достоинства:

- надежное запираание;
- нечувствителен к боеприпасам.

Недостаток — технически очень сложен.

Этот способ запираания применен в пистолетах ПСК, Рота, Штейера. Наиболее полно данная система запираания реализована в пистолете Рота.

Работу разберем по упрощенной схеме. Ствол в этом пистолете подвижный и имеет две пары боевых выступов — переднюю и заднюю, причем каждая пара расположена симметрично относительно оси канала ствола.

Передней парой выступов ствол сцепляется с особой ствольной муфтой, скрепленной с кожухом пистолета, составляющей одно целое с основной рамой, задней же парой он сцепляется с головной частью затвора. Передние выступы находятся в винтовых пазах ствольной муфты; эти винтовые паза переходят в круговые. Благодаря такому очертанию ствол при своем движении назад при выстреле, скользя по винтовым пазам, вращается вокруг своей оси на 60° ; дальнейшее же вращение его еще на 30° производятся с помощью вы-

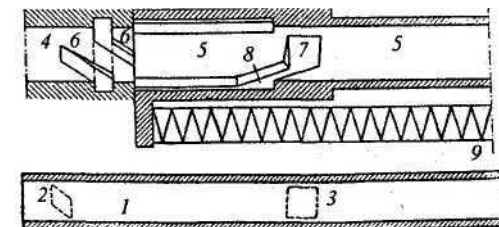


Схема запираания пистолета Рота:
1 — ствол; 2, 3 — передние и задние боевые выступы; 4 — ствольная муфта; 5 — затвор; 6 — винтовые паза ствольной муфты; 7, 8 — кольцевые и винтовые паза затвора; 9 — возвратная пружина

ступов ствола, которые при запертом затворе перед выстрелом помещаются в кольцевых пазах затвора; паза эти переходят в винтовые.

При поворачивании ствола на 60° эти выступы переходят из круговых пазов в винтовые, скользя по которым ствол поворачивается еще на 30° .

Одновременно при таком вращении ствола на первые 60° ствол выводит свои задние выступы из круговых пазов и таким образом отцепляется от затвора, не при следующем вращении на 30° его передние выступы заходят в круговые паза ствольной муфты и ствол сцепляется с ней надежным образом.

Отсюда видно, что ствол попеременно сцепляется то с затвором, то со ствольной муфтой, причем расцепление одной пары выступов производит сцепление его другой пары.

Когда при выстреле ствол повернется на 90° , то, как уже сказано выше, он сцепляется со ствольной муфтой и останавливается, затвор же, отцепленный от ствола, под влиянием приобретенной живой силы движется назад, извлекая стреляную гильзу и сжимая возвратную пружину.

Запирание канала ствола происходит в обратной последовательности под действием возвратной пружины. При этом затвор извлекает очередной патрон из магазина и досылает в патронник.

Запирание с помощью защелки (личинки)

Существует множество конструкций, действующих по этому способу. Их работа основана на том, что сцепление затвора со стволом осуществляется специальной деталью — запорной защелкой, имеющей с одной стороны запирающий зуб, который входит в выем затвора или ствольной коробки, и нижнюю скошенную часть.

При выстреле зуб опускается и расцепляет ствол с затвором. При обратном движении затвора защелка нижним концом скользит по перемычке рамки, поднимается и сцепляет ствол с затвором.

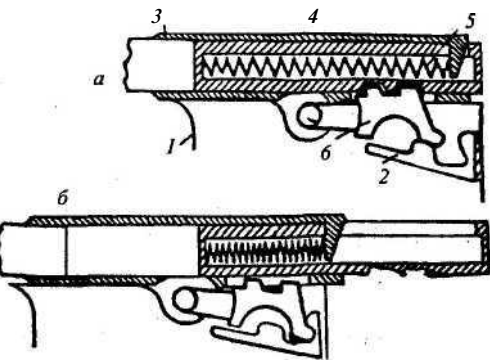


Схема механизма запирания пистолета «Маузер» К-96:

а — запорное положение; б — отпертое положение; 1 — основание рамки; 2 — вкладыш; 3 — ствол; 4 — затвор; 5 — возвратная пружина; 6 — запирающая защелка

- Достоинства:
- оси ствола, затвора и рамки остаются взаимно параллельными, а ствол движется только прямолинейно;
 - стабильность боя (кучность) оружия.
- Недостаток — сложность производства.

Эта система применена в пистолетах «Маузер» К-96, «Вальтер» Р-38, «Беретта» 95 и 92FS.

Запирание с помощью наклонного движения затвора

Казенная часть ствола имеет отросток с выступом, который входит в выем в передней части затвора.

При выстреле ствол с затвором движутся назад, затвор перемещается в горизонтальной плоскости с подъемом

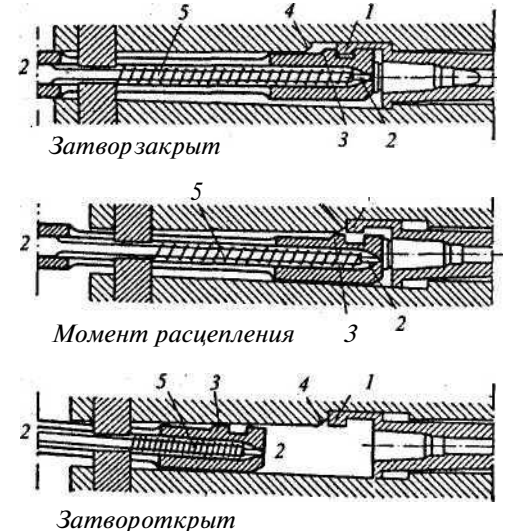


Схема запирания в пистолете Бергмана: 1 — отросток ствола; 2 — затвор; 3 — наклонная плоскость затвора; 4 — наклонная плоскость коробки; 5 — возвратная пружина

задней части и выступ выходит из паза затвора. Происходит расцепление. После выстрела процесс идет в обратном направлении.

- Достоинства:
- надежное запирание канала ствола;
 - малочувствителен к боеприпасам.
- Недостаток — сложное производство.

Эта система применена в пистолете Бергмана.

Запирание при длинном ходе ствола назад

Во время выстрела сцепленный с затвором ствол движется по рамке до тех пор, пока затвор своим казенным срезом не пройдет заднюю стенку магазина. В конце хода ствол расцепляется с затвором и под действием своей возвратной пружины возвращается в исходное положение, а затвор остается неподвижным до того момента, пока ствол не достигнет исходного положения и под действием своей возвратной пружины движется вперед, извлекает патрон из магазина, досылает его в патронник, сцепляется со стволом и запирает канал ствола.

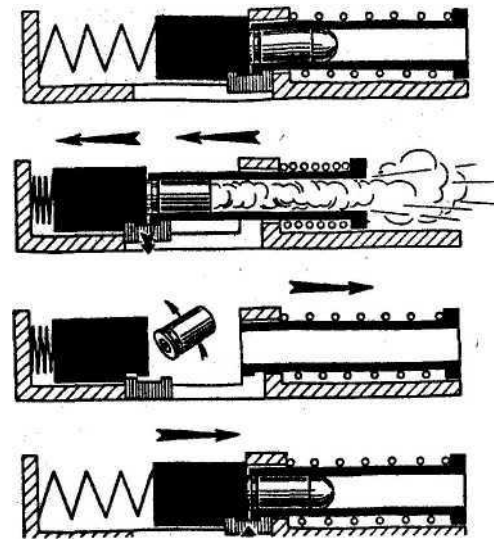


Схема запирания при длинном ходе ствола назад

- Достоинства:
- надежно запирает канала ствола;
 - извлекает стреляную гильзу в тот момент, когда давление газа в стволе минимальное.
- Недостатки:
- малая скорострельность;
 - громоздкость оружия, так как требуется длинная ствольная коробка;
 - необходимы две возвратные пружины

4. СОЕДИНЕНИЕ СТВОЛА СО СТВОЛЬНОЙ КОРОБКОЙ

Как было выяснено выше, ствольная коробка участвует в запирании канала ствола, а поэтому прочность ее крепления со стволом играет не малую роль.

Соединение ствола со ствольной коробкой может быть неразъемным и разъемным.

Неразъемные соединения применяются в том случае, когда живучесть ствольной коробки или оружия в целом определяется живучестью ствола. Неразъемные соединения могут выполняться резьбовыми или прессовыми. Оба способа обеспечивают необходи

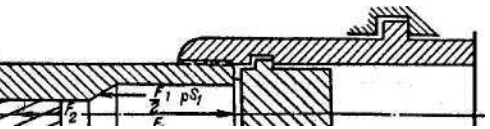
мую прочность и надежность соединения.

Разъемные соединения ствола со ствольной коробкой применяются тогда, когда живучесть оружия не определяется живучестью ствола или когда предусмотрены запасные стволы для замены разогретого при стрельбе ствола. По конструкции разъемные соединения могут быть резьбовыми, сухарно-резьбовыми и клиновыми.

Резьбовое соединение является наиболее простым в изготовлении, но сложным в сборке. Требуется много времени на замену ствола и специальный инструмент для его отвинчивания и завинчивания. Данное соединение чаще всего применяется в несменяемых стволах.

Сухарно-резьбовое соединение в отношении производства сложнее резьбового. При наличии забоин на резьбовой части (что возможно при эксплуатации) замена ствола становится затруднительной операцией. Преимущество этого соединения в том, что при правильной эксплуатации оружия оно позволяет осуществлять быструю замену ствола.

Клиновое соединение наиболее просто в изготовлении, но требует точной подгонки деталей для достижения однообразного положения ствола. При этом соединении нет необходимости в пово-



Силы, действующие на соединение ствола со ствольной коробкой

роте ствола или муфты, поэтому смена ствола представляет простую и быстро выполняемую операцию.

Способы расчета прочности соединения ствола со ствольной коробкой ничем не отличаются от способов расчета на прочность, принятых в машиностроении. Основной величиной, которую необходимо знать при расчете, является сила, стремящаяся нарушить прочность соединения ствола со ствольной коробкой. Величина этой силы зависит от способа крепления оружия.

Рассмотрим для примера крепление оружия цапфами или проушинами ствольной коробки.

В этом случае на соединение ствола со ствольной коробкой будут действовать следующие силы:

- сила давления на скат патронника P_{max} , расчетная величина которой будет равна

где P_{max} — максимальное давление газов в канале ствола; S — площадь поперечного сечения канала ствола; S_j — площадь поперечного сечения патронника по казенному срезу;

- продольная составляющая силы трения пули F_2 при движении по нарезу, величина которой, как видно из рисунка, будет равна

$$F_2 = R \cdot \cos \alpha = fN \cdot \cos \alpha,$$

где R — сила трения пули,

$$R = fN,$$

т. е. коэффициенту трения, умноженному на нормальное давление N ; α — угол наклона нарезов.

Следовательно, расчетное усилие F для этого случая будет равно

$$F = F_1 + F_2 = P_{max} (S_1 - S_2) + N \cdot \cos \alpha,$$

Расчет силы, действующей на соединение ствола со ствольной коробкой, будет аналогичным приведенному

также и для ручного стрелкового оружия (винтовки, карабина), так как характер еір крепления ничем не отличается от разобранного случая.

5. РАСЧЕТ УЗЛА ЗАПИРАНИЯ

Основные положения

Узел запирания рассчитывается на прочность сцепления затвора со ствольной коробкой, упругую деформацию при выстреле и температурную деформацию в процессе стрельбы.

Прочность сцепления затвора со ствольной коробкой рассчитывается по силе, действующей на это сцепление, методами сопротивления материалов.

Упругая деформация узла запирания определяется силой Q , действующей на узел, и жесткостью узла

$$S = \frac{Q}{\Delta l_{max}}$$

где d_x — диаметр патронника у казенного среза; S — площадь поперечного сечения патронника у казенного среза; d_0 — внутренний диаметр гильзы у дна.

Коэффициент жесткости узла запирания

Температурная деформация определяется температурой нагрева ствола t и длиной участка l_c

где α — коэффициент линейного расширения (для стали порядка $12 \cdot 10^{-6} 1/град$).

Поэтому при проектировании оружия необходимо максимально приближать место крепления ствола в ствольной коробке к казенному срезу ствола.

При расчете деталей узла запирания действующая на них сила давления по-

где P_{max} — максимальное давление пороховых газов; d_0 — внутренний диаметр гильзы у дна.

Или определяется размерами деталей, составляющих узел, l , и S ,

$$E \cdot \Delta l = Q$$

где E — модуль упругости материала узла; l — длина детали или участка ее с площадью S .

Упругая деформация узла запирания во избежание поперечного разрыва гильзы при выстреле для каждого типа патрона не должна превосходить некоторой наперед заданной величины X , т. е. соблюдать условие

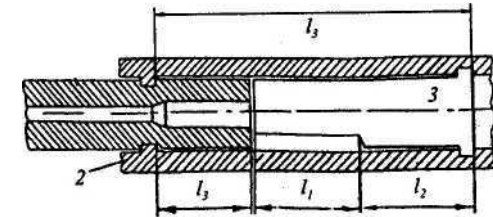
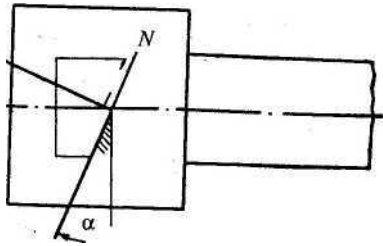
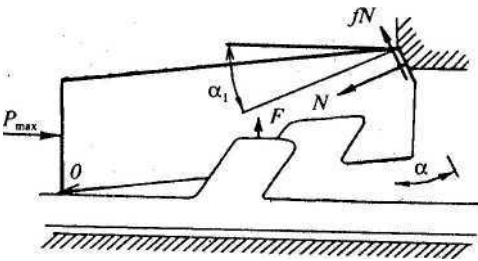


Схема соединения ствола (1), ствольной коробки (2) и затвора (3)



Расчетная схема узла запирания с поворотом затвора



Расчетная схема узла запирания с перекосом затвора

выступов затвора; μ — коэффициент трения; $\kappa = 0,6 - 0,7$ — коэффициент неравномерности работы боевых выступов; α — угол наклона винтовой линии опорных поверхностей боевых выступов.

Для оценки прочности элементов деталей необходимо проверить на смятие, изгиб и срез боевых выступов затвора и боевые упоры ствольной коробки.

$$\sigma = \frac{W}{S_{см}}$$

где $S_{см}$ — площадь смятия одного боевого выступа затвора; S^{\wedge} — площадь среза; W — момент сопротивления изгибу.

В большинстве случаев величина N_c незначительна, поэтому проверку боевых выступов затвора на изгиб можно не производить.

Для систем с перекосом затвора величина реакций связей определяется по следующей зависимости

$$N = \frac{F}{\sin \alpha + \mu \cos \alpha}$$

$$F = N (\sin \alpha + \mu \cos \alpha)$$

Из выражения для реакции N следует, что с увеличением угла α реакция N увеличивается. При этом возрастает и величина реакции F .

Поэтому для обеспечения прочности деталей узла запирания целесообразно угол α делать возможно меньшим, но достаточным для обеспечения свободного движения затвора при отпирании.

Для пулемета Горюнова

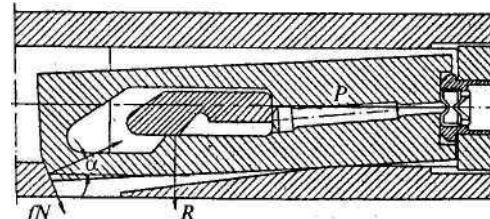
$$N \cdot \cos \alpha + \mu N \cdot \sin \alpha - P = 0,$$

где μ — коэффициент трения,

$$\mu N = \frac{P}{\cos \alpha + \mu \sin \alpha}$$

$$\kappa n (\cos \alpha + \mu \sin \alpha)$$

где S — площадь поперечного сечения патронника в казенном срезе; P_{max} — максимальное давление пороховых газов в канале ствола; n — количество боевых



Силы, действующие на затвор пулемета Горюнова обр. 1943 г.

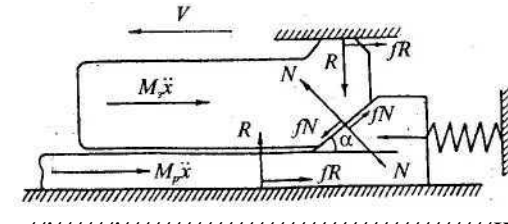
Одним из отрицательных качеств механизма запирания с перекосом затвора является наличие так называемого *расклинивания*, т. е. торможения подвижной системы автоматики силами трения, возникающими в результате перекоса затвора, что отражается на надежности работы автоматики и износе ее частей.

Теперь рассмотрим торможение подвижной системы автоматики при движении ее вперед. Ведущее звено, двигаясь вперед под действием возвратной (возвратно-боевой) пружины с ускорением, стремится перекосить затвор, в результате чего затвор прижимается к направляющей распирающей (расклинивающей) силой R . С той же силой прижимается затворная рама (стебель затвора) к направляющей. Не вдаваясь в математические выкладки, получим окончательное уравнение

$$-E - \mu M g$$

где E — сила пружины; M — масса затвора; L — масса затворной рамы; μ — коэффициент трения; R — распирающая (расклинивающая) сила.

Отсюда видно, что чем больше масса затвора M , и сила пружины E и чем меньше угол α , тем больше распирающая сила R . Для уменьшения R желательно



Силы, действующие на подвижную систему автоматики с перекосом затвора при движении ее вперед

брать угол α больше. Но большой угол не способствует плавности запирания, поэтому его берут обычно $40 - 60^\circ$.

Определение размеров деталей запирающего механизма

При определении размеров деталей запирающего механизма прежде всего исходят из условий обеспечения достаточной их прочности при выстреле. Размеры деталей можно рассчитать так, что запас прочности в данных деталях будет равен единице. Очевидно при этом вес оружия будет минимальным, что имеет крайне важное значение. С другой стороны от величины запаса прочности в соответствующих деталях зависит срок службы оружия: чем больше запас прочности σ в различных деталях оружия, тем больше срок его службы, чем меньше допустимое напряжение, тем больше запас прочности σ при одних и тех же качествах металла. Исследования допустимых напряжений в различных образцах оружия показывают, что в этом отношении имеется довольно большой размах. Например, в нашей винтовке обр. 1891/30 г. допустимое напряжение на смятие боевых выступов около 5000 кг/см^2 , в автомате Федорова — около 4000 кг/см^2 , в японской

ской винтовке Арисака — около 3500 кг/см², а в пулемете Дегтярева — около 2500 кг/см².

На основании приведенных данных можем сказать, что каких-либо норм в выборе допустимых напряжений при расчете деталей оружия не установлено.

При определении размеров деталей запирающего механизма для назначения допустимых напряжений обычно прибегают к сравнению, т. е. выбирают какую-либо систему, подобную изготовляемому образцу, определяют допустимые напряжения в соответствующих ее деталях и принимают эти напряжения при своем расчете.

Для определения прочностных размеров соответствующих деталей нужно определить в каждом отдельном случае прежде всего, какую нагрузку испытывает данная деталь при выстреле и каким деформациям она подвержена, т. е. работает ли она на смятие, срез или изгиб, а затем уже по соответствующей формуле и при соответствующем допускаемом напряжении можно определить прочные ее размеры.

В качестве примера остановимся на расчете некоторых частей затвора.

Назначение затвора — во время выстрела закрывать патронник со стороны казенного среза, удерживая гильзу и делая невозможным прорыв газов. Таким образом, затвору приходится принимать на себя все давление пороховых газов, действующих на площадь дна гильзы.

Определение размеров деталей узла запирания вообще и затвора в частности производится прежде всего из соображений обеспечения достаточной прочности при выстреле.

Разберем вопрос о силе, действующей на затвор. При расчете затвора на проч-

ность следует брать наибольшее возможное усилие, т. е. ориентироваться на более трудные условия работы механизма. Это может быть, например, при поперечном разрыве гильзы. В этом случае действующая на затвор сила будет

$$P = P_{\max} \frac{\pi D^2}{4},$$

где P_{\max} — максимальное давление пороховых газов; D — диаметр патронника у казенного среза.

Что касается определения усилий, на которые следует рассчитывать опорные поверхности затвора, то этот вопрос решается, исходя из конкретной схемы узла запирания.

Различные части затвора в зависимости от его конструкции и условий работы могут быть рассчитаны по соответствующим формулам сопротивления материала.

Рассмотрим расчет боевых выступов затвора. В данной схеме запирания нагрузка, воспринимаемая затвором, распределяется на два боевых выступа. Расчет боевых выступов применительно к данной схеме следует производить на смятие в плоскости ab vg и на срез в плоскости ab de . Передняя часть затвора работает также на изгиб, но ввиду того что поперечное сечение затвора обычно делается сравнительно большим, прочное сопротивление изгибу легко обеспечивается.

В рассматриваемом случае сила P , воспринимаемая затвором, равномерно распределяется на два боевых выступа. Силу, действующую на один боевой выступ, обозначим Q , допустимое напряжение на смятие — R_{cp} : тогда по известной формуле из сопротивления материалов можем определить площадь

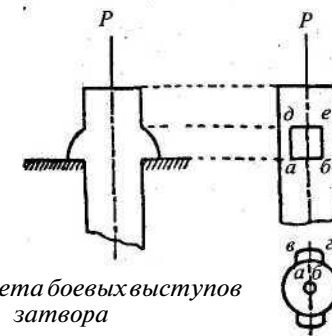


Схема расчета боевых выступов затвора

ab vg , оказывающую достаточное сопротивление смятию;

$$S_1 = \frac{Q}{R_{cp}},$$

Обозначая допустимое напряжение на срез через R_{cp} , можем определить площадь ab de , оказывающую сопротивление срезу

$$S_2 = \frac{Q}{R_{cp}}$$

Пример. Допустим, что сила, действующая на затвор, равна $P = 3300$ кг. Тогда $Q = 1650$ кг, допускаемое напряжение на смятие применим $R_{cp} = 2500$ кг/см², допустимое напряжение на срез $R_{cp} = L_{cm} = 1875$ кг/см².

Определим величину опорной плоскости, работающей на смятие:

$$\frac{Q}{R_{cp}}$$

Принимая форму опорной плоскости ab vg в виде прямоугольника и задаваясь наибольшей его стороной, равной $ab = 1$ см, наименьшую его сторону будем считать равной 0,66 см.

2. Определим величину плоскости ab de , оказывающую сопротивление срезу

Так как форма плоскости имеет тоже вид прямоугольника, одна из сторон которого равна $ab = 1$ см, то другая сторона будет равна 0,9 см.

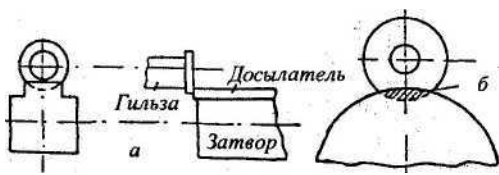
В ручном автоматическом оружии в целях облегчения его веса, стремясь уменьшить размеры затвора и связанные с ним размеры ствольной коробки, доводят напряжения до их предела, который может выдержать закаленная поверхность соответствующего сорта стали.

Минимальный размер поперечного сечения затвора определяется диаметром головки гильзы, так как затвор должен перекрывать ее. Поперечные размеры затвора определяются также необходимостью помещения деталей ударного механизма внутри затвора. При назначении поперечного сечения затвора исходят из соображений получения минимального веса системы.

Обеспечивая достаточную прочность затвора, не следует чрезвычайно увеличивать его размеры, так как с размерами затвора связаны и размеры ствольной коробки, а следовательно, и вес оружия.

Наиболее выгодной формой поперечного сечения затвора является круглая, так как обеспечивает минимальный вес системы и ее лучшую компоновку. В этом случае обработка затвора, а также и ствольной коробки, может производиться на обыкновенном токарном станке.

Если же по каким-либо соображениям круглая форма поперечного сечения затвора не подходит, тогда сечение затвора делают прямоугольным, близким к квадрату. Другие формы затворов менее выгодны. Иногда от обычной формы затвора отступают из тех соображений, что затвор до досылания патрона в патронник должен перекрыть некоторую площадь дна гильзы патро-



Взаимодействие затвора с гильзой при досылании:

а — с использованием досылателя;
б — с перекрытием дна гильзы затвором

на, находящуюся в приемнике, наличие специального досылателя.

Длина деталей, входящих в систему запирания, желательна возможно меньшая, так как от нее зависит длина ствольной коробки, незначительное изменение которой вызывает существенные изменения веса оружия.

Длина затвора, за исключением системы с качающимся затвором, обычно определяется так, чтобы затвор перекрывал окно в ствольной коробке, предохраняя таким образом механизм оружия от загрязнения. Если же при незначительном усложнении конструкции системы возможно для перекрытия окон в ствольной коробке применять, например, специальные щитки, тогда длина затвора может быть меньше длины патрона.

В конструкции затвора нужно предусмотреть меры к уменьшению износа деталей. Главный вид износа — истирание подвижных деталей; истирание опорных поверхностей ведет к увеличению зазора между дном гильзы и зеркалом затвора (об этом ниже).

Во избежание сильного истирания необходимо производить отпирание затвора после того, как давление газов в канале ствола упало, в противном случае опорные поверхности несут большую нагрузку, вызывающую значительные силы трения. Конструктивным средством

для этого является «свободный ход» движущихся частей (поршня в системах с отводом газов, ствола в системах с отдачей ствола); иными словами, до начала отпирания затвора должен пройти некоторый промежуток времени, чтобы не только пуля успела выйти из канала ствола, но и пороховые газы смогли покинуть канал ствола. При движении затвора следует избегать лишних трений.

Ради уменьшения износа трущихся деталей надо применять сорта стали, наиболее сопротивляющиеся истиранию, и соответственно их обрабатывать.

Значение зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы

Величина зазора между передним обрезом затвора и дном гильзы не должна превосходить определенного предела, в противном случае наблюдается поперечный разрыв гильзы, а минимальная величина позволяет закрываться затвору.

Поперечный разрыв гильзы при зазоре, превосходящем некоторый предел, объясняется тем, что гильза, будучи подвержена давлению пороховых газов при выстреле, прижимается к стенкам патронника и ее трение мешает ей свободно выходить назад. Давление же газов на дно при наличии зазора заставляет деформировать гильзу в направлении затвора.

Рассмотрим влияние зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы δ на работу гильзы при выстреле (и, следовательно, на работу оружия). Для упрощения задачи будем рассматривать вначале цилиндрическую гильзу; примем допущение, что стенки гильзы имеют постоянную толщину.

Расчет узла запирания

При выстреле на цилиндрическую гильзу действуют следующие силы:

сила давления пороховых газов на дно гильзы

где d — внутренний диаметр гильзы; P — давление пороховых газов в канале ствола.

Под действием этой силы гильза стремится сдвинуться в заднее положение и выбрать зазор δ между наружной, поверхностью дна гильзы и передней плоскостью затвора;

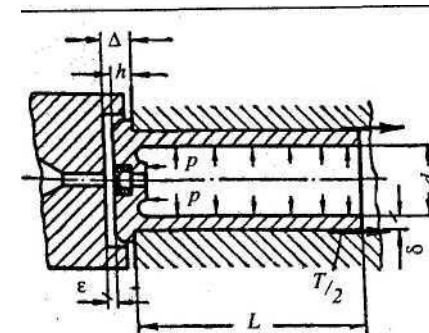
сила трения между стенками гильзы и стенками патронника. Эта сила возникает при смещении гильзы назад и плотном прижатии стенок гильзы к стенкам патронника. Силу трения гильзы можно найти по формуле

$$T = P'ndLf,$$

где P' — давление между стенками гильзы и стенками патронника, d — наружный диаметр гильзы (принимается равным внутреннему); L — длина трущихся частей гильзы; f — коэффициент трения между гильзой и патронником.

Из формулы видно, что сила трения изменяется с изменением давления P' и зависит от величины поверхности гильзы, а также коэффициента f , который изменяется с изменением давления. Сила трения T , приложенная к наружной поверхности гильзы, направлена в сторону дульной части и препятствует смещению гильзы назад.

Вследствие наличия зазора ϵ гильза имеет возможность сместиться назад, стремясь выбрать этот зазор, а ее стенки будут испытывать продольное растяжение.



Силы, действующие на цилиндрическую гильзу при выстреле

Обозначим:

S — площадь сечения гильзы у ее дна.

Она равна

$$S = \pi r^2,$$

a — предел прочности материала гильзы.

Тогда разрывная сила гильзы будет

$$N = Sa - \text{ноф}So.$$

Рассматривая действие перечисленных сил на гильзу, можно сделать следующий вывод.

Если сила трения T между стенками гильзы и стенкой патронника и сила давления газов на дно P_m больше разрывной нагрузки, т. е.

$$T > N \text{ и } P_m > N,$$

а зазор между передней плоскостью затвора и дном гильзы превосходит неко-

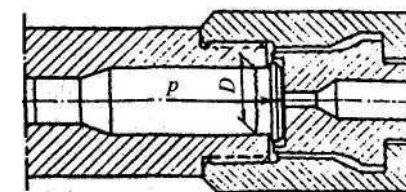


Схема действия пороховых газов на затвор при наличии поперечного разрыва гильзы

торую предельную величину, то неизбежен поперечный разрыв гильзы.

Таким образом, поперечный разрыв гильзы происходит при наличии следующих условий

$$1) \quad T > \text{или } P'ndLf > nd\delta a,$$

сокращая на ndb получим

$$\frac{P'Lf}{-}$$

$$2) \quad P_{дн} > 1 \text{ или } P_{дн} > 2$$

сокращая на a и d получим

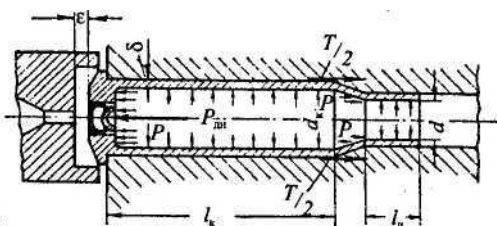
$$\frac{P'd}{4\delta} > \sigma$$

$$3) \quad \epsilon > \epsilon_{пред}$$

В гильзе бутылочной формы явления, происходящие при выстреле, значительно сложнее. В этом случае на гильзу в продольном направлении действуют силы:

- сила давления пороховых газов на дно гильзы

Эта сила направлена в сторону затвора, она стремится сдвинуть гильзу в заднее положение и выбрать зазор e ;



Силы, действующие на гильзу бутылочной формы при выстреле

- сила трения T между стенками гильзы и стенками патронника. Она препятствует смещению гильзы в сторону затвора;
- сила давления пороховых газов на скат гильзы $P_{ск}$. Эта сила также препятствует смещению гильзы назад. Суммарная сила R , препятствующая смещению гильзы назад

$$T - P'ndJJ + P'ndJJ$$

$$P_{м} = \frac{ndl}{nd} P,$$

где d_k , l_k , d , l_d — размеры по чертежу.

Принимая для упрощения толщину стенки гильзы δ постоянной, можно найти разрывную силу гильзы

$$N = nd_k \delta a,$$

где δ — толщина стенки гильзы.

Условия поперечного разрыва:

$$R > N; P_m > N; e > \epsilon_{пред}$$

Данные условия отличаются от аналогичных условий для цилиндрической гильзы тем, что суммарная сила R , препятствующая смещению гильзы назад, значительно больше аналогичной силы цилиндрической гильзы T . Вследствие этого при бутылочной форме несоизмеримо меньше возможность смещения ее назад и выбора зазора e . Поэтому в оружии для более мощного патрона должно быть уделено исключительное внимание величине зазора e .

Добавим, что с увеличением коэффициента бутылочности гильзы возрастает вероятность поперечных разрывов гильзы при одной и той же ее длине.

Теоретически определить с достаточной точностью предельную величину

зазора между дном гильзы и передней плоскостью затвора довольно трудно.

Из вышесказанного известно, что детали узла запирания имеют упругую деформацию. Для затвора она определяется по закону прямой пропорциональности

$$X = \frac{Qa}{FE}$$

где Q — сила давления гильзы на затвор (она не равна $P_{дн}$); a — длина упруго деформирующейся части затвора; F — площадь поперечного сечения затвора; E — модуль упругости материала затвора.

Наличие упругой деформации приводит к увеличению зазора между передней плоскостью затвора и казенным срезом ствола; это равносильно увеличению первоначального зазора e до e_1 , так как

$$e_1 = e + X.$$

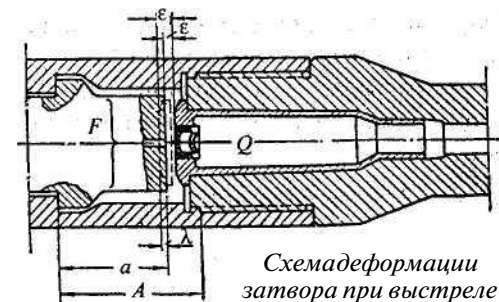
Отсюда вывод, опорные поверхности затвора нужно располагать как можно ближе к казенному срезу ствола.

В заключение посмотрим, как на практике ведет себя зазор e .

При производстве оружия (например, под винтовочный патрон) устанавливается зазор D между передней плоскостью затвора и казенным срезом ствола. Размер этого зазора должен быть не менее наибольшей толщины закраины гильзы, чтобы затвор свободно крыл патрон.

Наличие производственных допусков на детали узла запирания и размеры гильзы делает неизбежным появление зазора e между передней плоскостью затвора и дном гильзы. Величина этого зазора для гильзы с закраиной будет равна

$$e = D - A,$$



где D — зазор между передней плоскостью затвора и казенным срезом ствола; h — толщина закраины гильзы.

Для примера определим предельное значение зазора в карабине обр. 1944 г., не бывшего в эксплуатации.

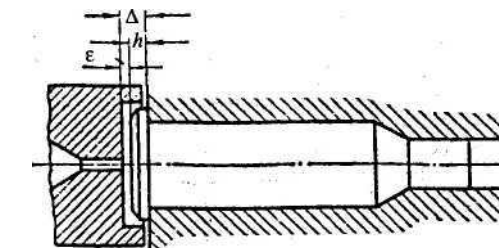
Для него $D_{наиб} = 1,753$ мм, $D_{наим} = 1,651$ мм.

Закраина гильзы 7,52-мм винтовочного патрона имеет размеры $h = 1,63 - 0,13$ мм. Тогда

$$e_{наиб} = D_{наиб} - L_{шм} = 1,753 - 1,50 = 0,253 \text{ мм}$$

$$e_{наим} = D_{наим} - K_{мо} = 1,651 - 1,630 = 0,021 \text{ мм}$$

Таким образом, величина всегда имеющегося зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы может колебаться в довольно значительных пределах, а изготовление этих деталей с большой точностью связано с производственными затруднениями, так как требует точного выдерживания размеров D и h .



Образование зазора между передней плоскостью затвора и дном гильзы