

А.А. Таскин

**Явления в канале
огнестрельного оружия при
выстреле**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 355/359
ББК 68
А11

А11 **А.А. Таскин**
Явления в канале огнестрельного оружия при выстреле / А.А. Таскин – М.:
Книга по Требованию, 2019. – 194 с.

ISBN 978-5-458-53474-1

ISBN 978-5-458-53474-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2019

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2019

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ВВЕДЕНИЕ

§ 1. ВЫСТРЕЛ И СОПРОВОЖДАЮЩИЕ ЕГО ЯВЛЕНИЯ

В существующих образцах огнестрельного оружия снаряд или пуля приобретают скорость под действием пороховых газов, образующихся вследствие взрывчатого разложения порохового заряда.

В огнестрельном оружии имеются три основных элемента: ствол, заряд, снаряд (пуля).

Огнестрельное оружие представляет собой термодинамическую машину, в которой химическая энергия порохового заряда почти мгновенно трансформируется сначала в тепловую, а затем в кинетическую энергию движения всей системы: снаряд, — заряд — ствол. Выделяемая порохом энергия превращается главным образом в кинетическую энергию движения снаряда или пули.

Внутренней баллистике, изучающей движение снаряда или пули под действием пороховых газов, а также все явления, связанные с горением пороха и расширением пороховых газов, приходится сталкиваться с целым рядом больших трудностей, обусловленных сложностью процесса выстрела.

Явления, происходящие в канале огнестрельного оружия при выстреле, связаны:

1) с чрезвычайно большими давлениями, развиваемыми пороховыми газами, порядка $1500 - 3000 \text{ ат}$ (в отдельных случаях и выше);

2) с очень высокой температурой пороховых газов, порядка $2000 - 3000^\circ \text{C}$;

3) с исключительно короткими промежутками времени, порядка $0,01 - 0,001 \text{ сек.}$

Отсюда понятны отмеченные выше трудности, встречаемые при изучении этих явлений. Трудности влекут за собой необходимость применения ряда допущений и упрощений, позволяющих изучить главные факторы, от которых зависят явления.

Явление выстрела представляет собой чрезвычайно сложный процесс, который в условиях обычных образцов огнестрельного оружия протекает следующим образом.

Действием некоторого механического или электрического импульса (искры запальной трубки или же удара бойка по капсюлю и т. д.) вызывается взрывчатое разложение воспламенителя.

СТРАНИЦЫ 6-11 УТЕРЯНЫ

3) 122-мм гаубица образца 1909 г. системы Круппа.

Исходные данные

Вес снаряда $q=22,93$ кг.
 Дульная скорость $v_d=3353$ дм/сек.
 Ускорение силы тяжести . . . $g=98,10$ дм/сек².

$$A_1 = \frac{qv_d^2}{2g} = 1314 \cdot 10^3 \text{ кгдм} = 131,4 \text{ тм.}$$

$\lg v$	3,5254
$2 \lg v$	7,0508
$\lg q$	1,3604
$\text{colg } 2g$	3,7073
$\lg A_1$	6,1185
A_1	$1314 \cdot 10^3$

4) 152-мм гаубица образца 1910 г. системы Шнейдера.

Исходные данные

Вес снаряда $q=41,0$ кг.
 Дульная скорость $v_d=3810$ дм/сек.
 Ускорение силы тяжести . . . $g=98,10$ дм/сек².

$$A_1 = \frac{qv_d^2}{2g} = 3033 \cdot 10^3 \text{ кгдм} = 303,3 \text{ тм.}$$

$\lg v$	3,5809
$2 \lg v$	7,1618
$\lg q$	1,6128
$\text{colg } 2g$	3,7073
$\lg A_1$	6,4819
A_1	$3033 \cdot 10^3$

5) 305-мм морская пушка системы Виккерса.

Исходные данные

Вес снаряда $q=385,9$ кг.
 Дульная скорость $v_d=8940$ дм/сек.
 Ускорение силы тяжести . . . $g=98,10$ дм/сек².

$$A_1 = \frac{qv_d^2}{2g} = 1571 \cdot 10^5 \text{ кгдм} = 1571 \cdot 10 \text{ тм.}$$

$\lg v$	3,9513
$2 \lg v$	7,9026
$\lg q$	2,5865
$\text{colg } 2g$	3,7073
$\lg A_1$	8,1964
A_1	$1571 \cdot 10^5$

§ 4. ВЛИЯНИЕ НАРЕЗОВ

Для сообщения снаряду вращательного движения в канале ствола, как известно, имеются нарезы, форма и характер которых рассмотрены ниже.

Наличие нарезов в канале ствола сказывается следующим образом.

1) Врезание ведущих частей снаряда в нарезы для образования выступов на пояске вызывает затрату энергии пороховых газов.

2) При врезании пояска в нарезы в начальный период создаются условия горения заряда, близкие к горению в постоянном объеме, чем изменяется характер горения и вызывается быстрый рост давления на дно снаряда.

3) Угол между осью канала и нарезом при движении снаряда по каналу ствола вызывает давление между боевыми гранями выступа на снаряде и нарезе.

4) Давление боевой грани нарезов на боевую грань выступа создает силу трения между ними.

5) При врезании ведущего пояска снаряда в нарезы наряду со срезанием металла пояска происходит обжимание пояска, сдавливание его по окружности. Это давление между пояском и стенками канала является следствием так называемой, „реакции пояска“.

6) „Реакция пояска“ в свою очередь вызывает трение между наружной поверхностью пояска и стенками канала.

Следует еще отметить влияние нарезов на получение неоднородных начальных скоростей и максимального давления вследствие прорыва газов, а также влияние на срок службы ствола вследствие наличия в нарезах различных напряжений, вызывающих более быстрый износ стволов.

Таким образом под влиянием вышерассмотренных сил, являющихся следствием наличия нарезов, снаряд приобретает вращательное движение вокруг своей оси и испытывает трение, уменьшающее его скорость в поступательном движении.

Необходимо указать, что наличие нарезов, вызывая ряд дополнительных затрат энергии пороховых газов и влияя на ход процесса горения пороха, все же увеличивает полезное действие заряда.

В опытах Себера и Гюгоньо определялась величина давления и дульной скорости для снарядов одного и того же веса в одном и том же оружии (10-см пушка), но с различными ведущими поясками. У одних снарядов ведущий поясок был с готовыми выступами, тогда как у других поясок был обычного типа.

Полученные результаты приведены в табл 1.

Из этой таблицы видно, что p_m изменилось на 1000 кг/см², разница же в работе, произведенной пороховыми газами, получилась в 17,5%.

С увеличением веса снаряда можно получить при снарядах с готовыми выступами, как показывают опыты, большую дальность, но при одновременном увеличении веса заряда и давления.

Для 75-мм пушки с увеличением веса снаряда на 31% дальность увеличилась на 35% при увеличении давления на 32%.

Таблица 1

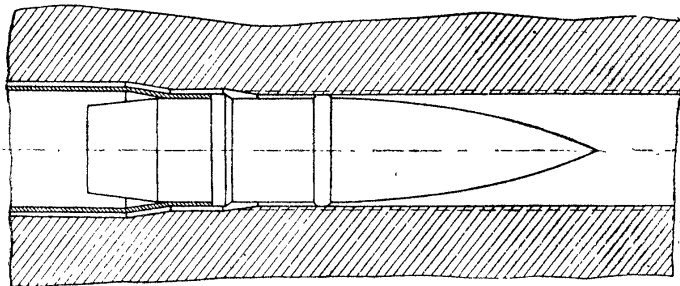
	p_m кг/см ²	v_d м/сек
Снаряд с обычным пояском	2399	492,4
Снаряд с готовыми выступами . . .	1399	454,0

§ 5. ФОРСИРОВАНИЕ

При заряджании орудия снаряд досылается до упора ведущего пояска в соединительный конус каморы.

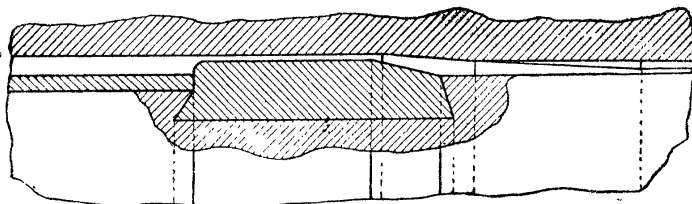
В орудиях, стреляющих унитарным патроном, при заряджании ведущий поясок несколько не доходит до конуса каморы.

Положение снаряда и ведущего пояска в канале ствола до выстрела показано на фиг. 2 и 3.



Фиг. 2.

В некоторый момент, когда давление пороховых газов достигает величины, достаточной для преодоления сопротивлений, оказываемых движению снаряда, ведущий поясок начинает обжиматься и врезаться в нарезы канала ствола.



Фиг. 3.

В стрелковом оружии обжимается и врезается оболочка ведущей части пули.

Явление постепенного врезания ведущего пояска снаряда в нарезы канала ствола орудия или оболочки пули в нарезы канала стрелкового оружия называется форсированием.

На преодоление сопротивления врезанию пояска затрачивается некоторая часть энергии пороховых газов.

Определение величины работы, на врезание пояска, работы форсирования, а также работы по преодолению сопротивления при движении снаряда по каналу, производилось экспериментально.

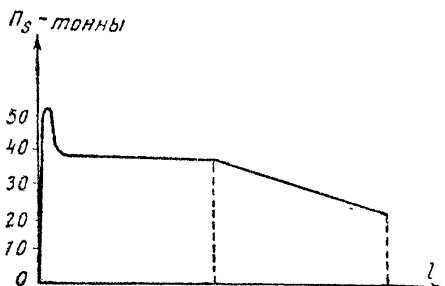
Часть опытов заключалась в протяжке снарядов сквозь нарезной канал. Из этих опытов, производившихся у нас, следует указать на опыты А. Матюнина и на опыты инженера М. Розенберга.

Опыты инж. М. Розенберга для 6-дюймовой пушки длиной в 35 и 45 калибров показали, что наибольшее сопротивление на-

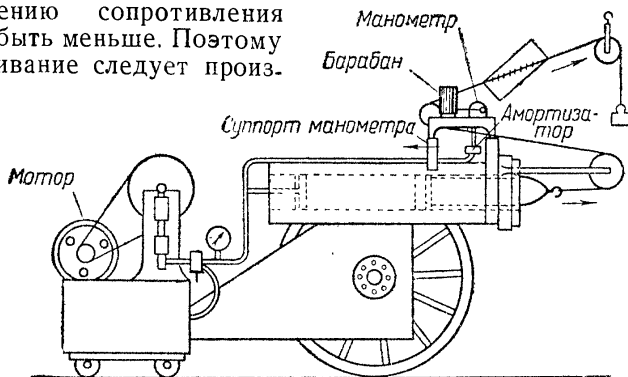
резом движению снаряда соответствует достижению полной глубины нареза. Для преодоления этого наибольшего сопротивления нарезам необходимо давление на дно снаряда 250 кг/см^2 . После максимума сопротивление падает и далее почти не меняется примерно до середины канала, после чего постепенно уменьшается к дульному срезу.

Величина сопротивления у дульного среза составляет около 50% от величины среднего давления (фиг. 4).

Можно полагать, что величина сопротивления, полученная на основании опытов, несколько больше действительной, так как в опытах не учитывалось влияние растяжения стенок ствола при наличии которого работа по преодолению сопротивления должна быть меньше. Поэтому продавливание следует произ.



Фиг. 4.



Фиг. 5.

водить не пуансоном, а гидравлическим путем, что приблизило бы условия опыта к действительным (проф. И. П. Граве).

Такие опыты были произведены во Франции Либессаром с применением воды, а затем глицерина. Схема приборов показана на фиг. 5. Изменения давления записывались специальным манометром; характер изменения давления показан на фиг. 6.

Величины наибольших давлений при врезании оказались выше, чем по опытам инж. Розенберга, что видно из табл. 2.

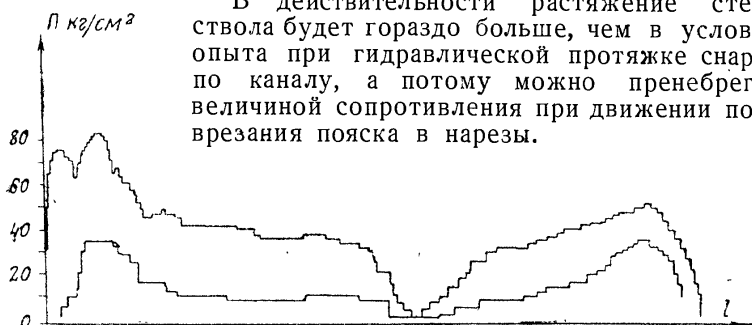
Таблица 2

Артиллерийская система	Наибольшее давление в кг/см^2
37-мм пушка.	Около 185
75-мм " "	400
155-мм " "	400—550

Следует отметить, что величина максимального давления уменьшалась при постепенном износе ствола.

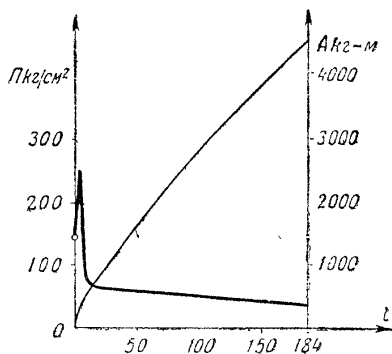
Продавливание одного и того же снаряда также вызывало уменьшение давлений вследствие быстрого износа пояска.

В действительности растяжение стенок ствола будет гораздо больше, чем в условиях опыта при гидравлической протяжке снаряда по каналу, а потому можно пренебрегать величиной сопротивления при движении после врезания пояска в нарезы.



Фиг. 6.

Это подтверждается опытами на Научно-исследовательском артиллерийском полигоне по определению форсирования стрельбой из 76-мм пушки образца 1902 г.



Фиг. 7.

Часть снарядов при одной и той же величине заряда вылетала из канала укороченной пушки при незначительном превышении давления (250 кг/см^2), а другая часть оставалась в канале орудия.

Ход изменения давления, полученный в этих опытах, представлен на фиг. 7.

С момента начала горения заряда до момента достижения давления в $35—50 \text{ кг/см}^2$ снаряд остается неподвижным.

По достижении указанного

давления (равного усилию запрессовывания снаряда в гильзу) снаряд продвигается до упора ведущего пояска в соединительный конус каморы.

Врезание, по опытам, начинается при давлении около 150 кг/см^2 (на передней части пояска появлялись отпечатки нарезов).

Далее, при постепенном врезании пояска на полную глубину нарезав давления быстро возрастает до 250 кг/см^2 (на протяжении 30 мм), после чего давление резко падает и на длине 40 мм становится равным 70 кг/см^2 .

На фиг. 8 и 9 показано появление на пояске следов от нарезов и поясок после врезания на полную глубину нарезов.

Затем давление постепенно изменяется к дульному срезу по прямой до 30 кг/см^2 . На фиг. 7 показано также изменение работы по преодолению сопротивления движению снаряда.

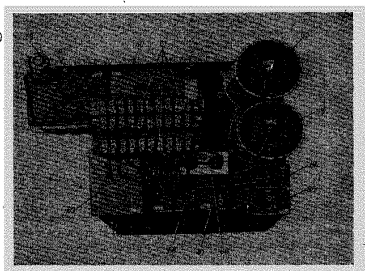
Все экспериментальные исследования показывают, что сопротивление пояска врезанию следует учитывать и что величина этого сопротивления зависит от угла наклона соединительного конуса, от профиля и числа нарезов, а также от размеров и формы ведущего пояска.

Кроме опытного определения работы при врезании можно ее вычислить с помощью формул, полученных теоретическим путем.

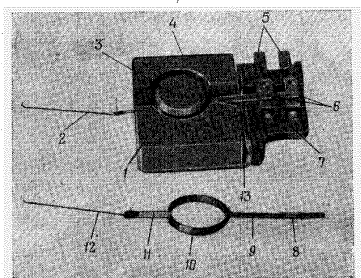
Так, А. Г. Матюнин дает формулу для вычисления работы по обжатию пояска:

$$A_{\text{вр1}} = s \left(\frac{K\lambda^2}{2h} + T_0\lambda \right),$$

где s —площадь приложения усилия, K —коэффициент (для меди



Фиг. 8.



Фиг. 9.

он равен $6800 - T_0$), λ —полуразность диаметра ведущего пояска и диаметра канала по дну нарезов, h —первоначальная толщина пояска, T_0 —предел упругости в готовом пояске, который для меди равен 3100 (размерность принята в кг и см).

Для работы по образованию выступов:

$$A_{\text{вр2}} = na\epsilon\lambda \left[T_0 + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{K\lambda}{a} \left(\sigma + \frac{1}{2} T_0\epsilon \right)} \right],$$

где n —число нарезов;

a —ширина поля нареза;

ϵ —ширина пояска;

σ —сопротивление меди срезанию (при $K=3700$, $\sigma=1760$).

И, наконец, работа по преодолению трения:

$$A_{\text{вр3}} = n\epsilon l \left\{ \nu a \left[T_0 + \frac{4}{3} \sqrt{\frac{K\lambda}{a} \left(\sigma + \frac{T_0\epsilon}{2} \right)} \right] + \frac{T_0\epsilon\lambda}{2} \right\},$$

где l —длина пути, ν —коэффициент трения.

Суммарная работа при врезании будет:

$$A_{\text{вр}} = A_{\text{вр1}} + A_{\text{вр2}} + A_{\text{вр3}}.$$

Величина работы врезания $A_{\text{вр}}$, вычисленная по этим формулам, получалась близкой к опытным данным.

Юстров для вычисления той же работы врезания дает следующую формулу:

$$A_{\text{вр}} = \sigma s l_c,$$

где σ — нижний предел нагрузки металла при смятии;

l_c — длина пути снаряда при врезании, равная расстоянию заднего среза пояска до того сечения канала, где нарезка достигает полной глубины.

Работа врезания пояска в решениях основной задачи обычно не рассматривается, за исключением немногих решений за границей (Кранц, Хедкокк, Новаковский) и у нас методом численного интегрирования.

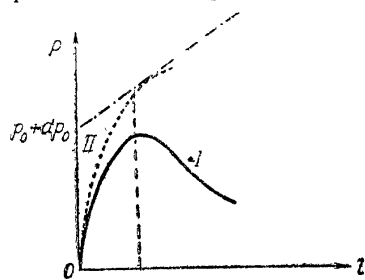
Шарбонье предложил при решении основной задачи внутренней баллистики учитывать начальное сопротивление нарезов введением так называемого давления форсирования p_0 .

Давлением форсирования будем называть то давление, которое будет иметь место в канале ствола к моменту врезания ведущего пояска снаряда на полную глубину нарезов.

До момента достижения давления p_0 горение считается происходящим при постоянном объеме, а потому величина сгоревшей к этому моменту части заряда ψ_0 определяется по формулам пиростатики.

Величина p_0 , полученная на основании опытов по определению усилия для врезания пояска, часть которых рассмотрена выше, а также определенная расчетами стрельбой при зарядах, достаточных для врезания пояска в нарезы, колеблется в пределах от 200 до 500 кг/см².

Габо определяет p_0 следующим образом. На фиг. 10 графически представлено изменение сопротивления



Фиг. 10.

ления ведущего пояска (I). Кривая изменения давления пороховых газов при движении снаряда пойдет несколько выше (II). Касательная к кривой II в точке, отвечающей максимуму I кривой, дает в точке пересечения с осью ординат величину давления, которое Габо обозначает через $(p_0 + dp_0)$.

Выражение для p_0 выводится им на основании механических соображений при допущении, что давление $(p_0 + dp_0)$ отвечает пределу упругости металла ведущего пояска после обжатия