

ТАНК ТЎПЛАРИНИНГ ЯШОВЧАНЛИГИ ВА МУСТАХКАМЛИГИ

DOI: <https://doi.org/10.53885/edinres.2021.92.79.056>

Мадалиев Шухрат Бахтиярович

Беллорус-Ўзбекистон қўшма тармоқлараро амалий техник
квалификациялар институти «Техника фанлари» кафедраси ўқитувчиси

Аннотация: Мақолада танк тўпи стволининг яшовчанлигини ошириш вазибалари, отиш жараёнидаги ички баллистика, механик, термодинамик ва кимёвий жараёнлар кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: Танк тўпи стволи, тўп стволининг яшовчанлигини, отиш, ички баллистика, отишлар сони.

ЖИВУЧЕСТЬ ТАНКОВЫХ ОРУДИЙ

Мадалиев Шухрат Бахтиярович

преподаватель Совместно Белорусско-Узбекского межотраслевого
института прикладных технических квалификаций в городе Ташкенте

Аннотация Статья посвящена задаче повышения живучести танковых орудий, внутренней баллистике, механическим, термодинамическим и химическим процессам, происходящим при выстреле.

Ключевые слова: Танковый ствол, живучесть орудия, выстрел, внутренняя баллистика, ресурс ствола.

SURVIVABILITY OF TANK GUNS

Madaliev Shukhrat Bakhtiyarovich

teacher of the Department of "Physical Culture" Joint Belarusian-Uzbek
Intersectoral Institute of Applied Technical Qualifications

The article is devoted to the tasks of increasing the survivability of tank guns, internal ballistics, mechanical, thermodynamic and chemical processes occurring during firing.

Key words: Tank barrel, gun survivability, shot, internal ballistics, barrel resource.

Введение. В результате боевых и учебных стрельбищ из десятков тысяч орудий по всему миру были сформулированы пять главных требований, предъявляемых к стволам:

- 1) он должен быть достаточно прочным;
- 2) у него должна быть высокая живучесть
- 3) конструкция ствола должна обеспечивать простоту и быстроту изготовления большого их количества при полной взаимозаменяемости деталей;
- 4) ствол должен просто и быстро собираться-разбираться для ремонта и замены его деталей без применения сложных приспособлений, это важнейший конструктивный фактор во время боя;
- 5) толщина стенок орудийной трубы должна обеспечивать сопротивляемость ствола ударам на марше о встречные препятствия, обстрелу бронбойными пулями и осколками артиллерийских снарядов.

1. ЖИВУЧЕСТЬ ТАНКОВЫХ СТВолов

Живучесть ствола танковой пушки - это способность ствола выдерживать заданное количество выстрелов без снижения баллистических характеристик ниже допустимой величины. Живучесть ствола оценивается числом условных (приведенных) выстрелов, после выполнения которых труба (главный компонент ствола) поддежит замене.

Выстрелом называется выбрасывание снаряда (пули) из канала ствола энергией газов, образующихся при сгорании порохового заряда.

Приведенный выстрел обычно равен одному выстрелу бронбойно-

подкалиберным снарядом, либо четырьмя выстрелами кумулятивным снарядом, либо четырьмя выстрелами осколочно-фугасным снарядом.

Броневойно-подкалиберный снаряд (БПС) — артиллерийский снаряд основного назначения, предназначенный для поражения тяжело бронированных целей.

Кумулятивный снаряд (КС) - артиллерийский снаряд основного назначения, предназначенный для поражения бронированных целей, железобетонных фортификационных сооружений.

Осколочно-фугасный снаряд (ОФС) — артиллерийский снаряд основного назначения, предназначенный для поражения живой силы противника, уничтожения легкобронированной техники, разрушения зданий, укреплений и фортификационных сооружений, проделывания проходов в минных полях.[1]

Живучесть ствола оружия определяется внутренней баллистикой - механическими, термодинамическими и химическими процессами, происходящими при выстреле. Живучесть ствола определяет его ресурс.

В таблице 1 приведены примеры ресурсов стволов различного оружия.



Рис. 1. Танковые снаряды:

1-броневыйно-подкалиберный; 2-кумулятивный; 3-осколочно-фугасный

Таблица 1.

Ресурс стволов

Вид оружия	Количество выстрелов
73 мм 2А28	1250
100 мм 2А70	500
125 мм Т-72 (Д 81)	350 (для подкалиберных - 150)
9 мм ПМ	4000
9 мм АПС	8000
5,45 мм ПСМ	3000
7,62 мм СВД	6000
7,62 мм АКМ и его модификации	10 000
5,45 мм АК74 и его модификации	10 000
7,62 мм ПКМ и его модификации	25 000
7,62 мм РПК и его модификации	20 000
5,45 мм РПК74 и его модификации	20 000
12,7 мм НСВ	10 000
14,5 мм КПВТ	12 000
30 мм АГС-17	4 000
73 мм СПГ-9	500
40 мм РПГ-7 и его модификации	250
30 мм 2А42	6 000
30 мм 2А72	6 000
9 мм АПСБ (АО-44)	6 000

В условиях современных боевых действий с применением танковых орудий при высокой интенсивности стрельбы вопрос о нагреве стволов приобретает первостепенное значение. Следует учесть, что в момент выстрела давление в стволе достигает 200..400 МПа,

температура пороховых газов – 2000...3000 оС. Поэтому кратковременный пик очень высокой температуры в течение 0,001...0,6 с и высокое давление газов приводят к неравномерному разогреву стенок пушки и по толщине, и по длине ствола. В результате высокого давления, температуры и большой скорости движения частиц газа, химического действия газов на металл ствола и трения между ведущими частями снаряда и поверхностью канала ствола ствол постепенно изнашивается и теряет свои баллистические свойства, что выражается в падении начальной скорости снаряда и в уменьшении кучности боя пушки.[2]

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

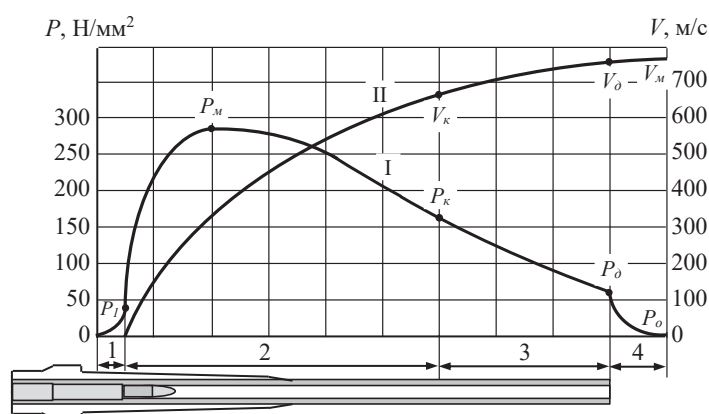


Рис. 2. Периоды выстрела (кривые изменения давления газов и скорости снаряда в зависимости от длины ствола):

I-кривая изменения давления; II-кривая изменения скорости снаряда;

1-предварительный период или пиростатический период; 2-первый основной период или пиродинамический период;

3-второй период или термодинамический период;

4-третий период или период последствия;

P1-давление форсирования (25...50 Н/мм²); Pm- максимальное давление

(270...390 Н/мм²); Pк- давление в конце горения пороха (150...170 Н/мм²);

Pд- дульное давление (50...70 Н/мм²); Po- атмосферное давление;

Vк – скорость снаряда в конце горения пороха; Vд- дульная скорость

снаряда; Vм- максимальная скорость снаряда .

Обычно причины, определяющие живучесть орудийных стволов объединяют в три группы. Причины механического характера (трения). Износ канала ствола под действием этих причин представляет собой изменение диаметра канала по нареза́м и по поля́м, а также изменение профиля нареза́ки. При врезании снаряда в нареза́ы вследствие большого трения происходит их износ, который увеличивается с последующими выстрелами. Поля нареза́вов на расстоянии 3–6 калибров от начала нареза́вов при большом числе выстрелов совершенно выкрашиваются и исчезают. Существенной причиной износа стволов, особенно стрелкового оружия, является

механическое истирание ствола во время чистки при неправильном использовании принадлежности.

На рис. 3 приведён график износа канала гладкоствольного танкового орудия.

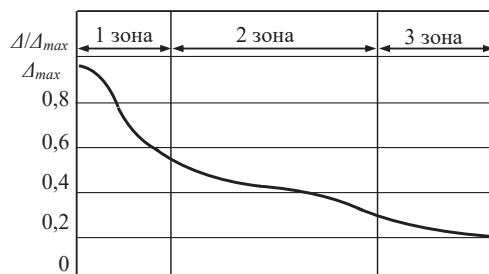


Рис. 3. Характер износа канала ствола танковых L_{st} – длина ствола вола

На рис. 4 приведён график характерного износа канала нарезного ствола. Наибольший износ происходит на 1/3 длины ствола.[3]

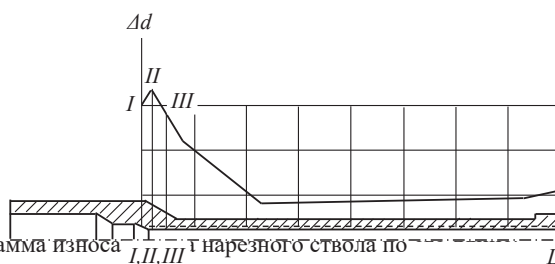


Рис. 4. Диаграмма износа I, II, III Г нарезного ствола по I-I – начало нарезанной части; II-II – начало полной глубины нарезов; III-III – сечение отвечающее максимуму давления пороховых газов на дно снаряда; Δd – увеличение диаметра по полям; L – расстояние от начала нарезов в калибрах.

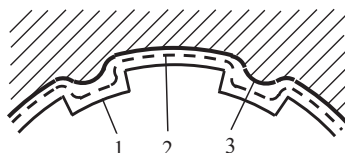


Рис. 5. Изменение диаметра и профиля нарезки канала ствола после большого числа выстрелов:

1 – новый ствол; 2 – до предельного числа выстрелов; 3 – после большого числа выстрелов

В 1 зоне происходит наибольший износ в результате высоких температур и давления. Поверхность металла из гладкой превращается сначала в матовую, а затем в шероховатую, которая в последствии испещряется мелкими трещинами и канальца. Появляется так называемая «сетка разгара».

Причины термического характера. Высокая температура пороховых газов сильно, но неодинаково нагревает слои стенок ствола. Вследствие кратковременности выстрела высокая температура успевает передаться лишь очень тонкому внутреннему слою, который, стремясь

расширяться, встречает противодействие менее нагретых слоев металла. После выстрела наступает быстрое охлаждение внутреннего слоя, и он начинает сокращаться. Глубокие же слои, охлаждаясь значительно медленнее, будут задерживать это сжатие. Такое попеременное сжатие и расширение внутреннего слоя вызывает появление на нём сетки трещин (сетки разгара). Покрытый сеткой трещин поверхностный слой под действием пороховых газов постепенно выкрашивается, и частицы отколовшегося металла выносятся из канала ствола. Количество тепла, поступающего в ствол от пороховых газов, определяется не только их природой и параметрами состояния, но и временем воздействия на тот или иной участок ствола. При скорострельной стрельбе нагрев стволов происходит не только от пороховых газов, но и от трения снаряда в стволе (до 25 % от общего количества тепла).[4]

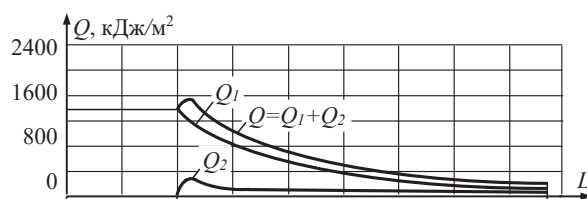


Рис. 1.6. Количество тепла поступающего на единицу поверхности ствола при выстреле:

Q_1 - от пороховых газов; Q_2 – от трения ведущих элементов снаряда о поверхность канала ствола

Тепловое расширение канала приводит к увеличению зазора между стенкой ствола и ведущими частями снаряда. Например, при прогреве стенки ствола до $400\text{ }^{\circ}\text{C}$ зазор между центрирующим утолщением снаряда и полями нарезов может увеличиться более чем в два раза. Возникающий вследствие нагрева перепад температуры по толщине стенки ствола приводит к появлению тепловых (термических, температурных) напряжений, которые необходимо учитывать при оценке прочности ствола. Также необходимо учитывать и существенное изменение механических характеристик оружейных сталей с ростом температуры. Падение упругих свойств материала ствола при нагреве ведет к снижению его жесткости, что в значительной мере увеличивает статический прогиб и динамический изгиб ствола при выстреле и тем самым увеличивает рассеивание снарядов.

На рис. 7 приведены расчетные температурные кривые одиночного выстрела (1), для серии из трех выстрелов (2) и очереди из восьми выстрелов (3). Характерным является сдвиг максимума температуры во времени для средней (кривая 2) по толщине точки и особенно для наружной поверхности (кривая 3) по отношению к поверхности канала (кривая 1) вылета снаряда. Все это отрицательно сказывается на точности стрельбы.

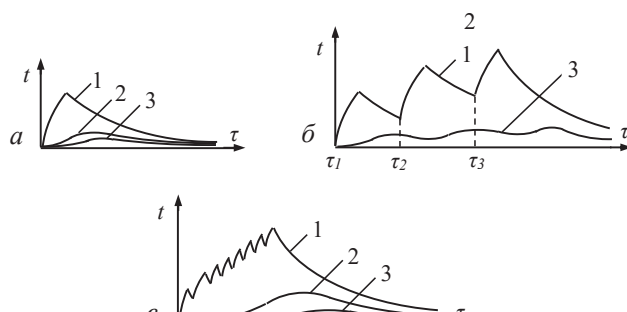


Рис. 7. Температурные t кривые в стенке ствола по времени τ :

а - кривые одиночного выстрела; б – кривые трех выстрелов; в – кривые восьми выстрелов; 1-на внутренней поверхности ствола; 2-в среднем слое по толщине стенки ствола; 3-на наружной поверхности ствола

Для ликвидации или уменьшения отрицательного влияния нагрева на работу ствола на практике часто применяется определённый предельный режим стрельбы и предусматриваются перерывы в стрельбе для охлаждения ствола. Это приводит к ухудшению боевых свойств орудий, так как при естественном охлаждении существенное снижение температуры ствола может быть достигнуто только при длительных перерывах в стрельбе, составляющих десятки минут.[5]

Причины химического характера: износ ствола под действием этих причин представляет собой износ поверхности канала ствола под влиянием химического состава пороховых газов. Наличие окиси углерода и азота в продуктах разложения порохового заряда вызывает цементацию и нитрирование стенок ствола, придающие поверхностному слою большую хрупкость.

Большое влияние на износ ствола оказывает образующийся при выстреле нагар. Количество нагара в стволе зависит от числа выстрелов и качественного состояния ствола. Чем больше произведено выстрелов и чем хуже состояние ствола, тем больше в нём остаётся нагара.

Нагар состоит из растворимых (12–25 %) и нерастворимых веществ (68–75 %). Растворимые вещества представляют собой соли, образующиеся при сгорании капсюльного состава, в основном, хлористый калий (КСl). Нерастворимыми частями нагара являются: томпак, сорванный с оболочки пули; медь, латунь, оплавленные из гильзы; свинец, выплавленный из дна пули; олово из расплавленной фольги, прикрывающей капсюль; железо, плавящееся из ствола и сорванное с пули; зола, образовавшаяся при сгорании порохового заряда.[6]

Наиболее вредной примесью растворимых солей нагара является хлористый калий. Содержащиеся в нагаре соли легко впитывают влагу из атмосферного воздуха и превращаются в насыщенные растворы солей, вызывающие усиленное ржавление металла. До выстрела поверхность канала ствола со всеми её рисками, порами, трещинами покрыта тонким слоем смазки. После нескольких выстрелов смазка сгорает, поверхность канала ствола покрывается рыхлым слоем нагара, под которым к металлу приплавилась стекловидная корочка солей. На отдельных местах поверхности канала проплавливаются частицы меди, сорванные с оболочки пули. После окончания стрельбы ствол остывает и происходит отпотевание металла, при котором соли нагара поглощают влагу из воздуха и образуется их насыщенный раствор. Так создаются благоприятные условия для ржавления. На поверхности канала ствола, особенно в местах углублений и трещин, образуются раковины, которые быстро увеличиваются в своих размерах. Особенно быстро образуются раковины в непосредственной близости от омеднённых участков, так как медь и сталь, покрытые солями нагара, как электролитом, образуют гальванический элемент, где быстро разрушающимся отрицательным полюсом является сталь.[7]

Таким образом, износ внутренних стенок ствола является результатом действия многих причин и зависит как от химического и термического воздействия пороховых газов, так и от причин механического характера. Все эти причины вызывают изменение поверхности канала

стволы и приводят к его расширению, особенно у дульного среза и у пульного входа, что ухудшает центрирование снаряда в стволе. Это приводит к значительному увеличению рассеивания, неправильности полёта снаряда и уменьшению дальности стрельбы, сокращая общий срок службы ствола. [8]

Главной причиной износа оружейных нехромированных стволов является механическая. Хромированные же стволы выходят из строя главным образом по причине сильного разгара с казенной части.[9]

Так как живучесть ствола сильно снижается при повышении температуры, необходимо принимать меры по уменьшению нагрева стволов во время стрельбы. На износ ствола может влиять и масса снаряда, без изменения навески пороха. Например, при стрельбе из 125-мм орудия (Д-81) ОФС ресурс ствола – 350 выстрелов, а при стрельбе подкалиберным снарядом – 150 выстрелов. Данный пример наглядно показывает, как влияет изменение массы снаряда на износ ствола. [10]

Таблица 2

Танковые пушки

Танк	T-64Б T-80Б	T-72Б, T-72Б (М)	T-80Б, T-80БВ	T-90	T-80У-М1
Индекс	2А46-2	2А46М	2А46М-1	2А46М-2	2А46М-4 2А46М-5
Год выпуска	1974	1981		1990...	
Калибр, мм	125				
Длина трубы ствола, мм	6000				
Длина отката, мм	300...340				
Тип продувки канала ствола	эжекционный				
Тип ствола	глаткоствольный				
Теплозащитный кожух	+	+	+	+	+
Хромирование ствола	-	-	-	-	опция
Автофретирование	-	-	+	+	+
Живучесть ствола, выстрел БПС	160-170	220	220	220	500
Максим. крешерное давление, МПа	450	500	500	-	600

ЛИТЕРАТУРА:

Наставление по стрельбе из танков. Основы стрельбы из танков. –М.: Воен. издат. 1984, -127с.

Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. О влиянии параметров внутренней баллистики на живучесть танкового вооружения. Интегрированные технологии и энергосбережение. №2, 2008. С.93-97

Анипко О.Б., Бирюков И.Ю. Экспериментальное исследование живучести ствола глаткоствольной пушки. Интегрированные технологии и энергосбережение. №1, 2011. С.28-31

Живучесть стволов. Studopedia. so. 2013.

Нагрев и искусственное охлаждение стволов. Studopedia.so. 2014.

Орудия танков и БТР. www. newreferat.com.

Выстрелы танковых пушек. Боекомплект танков Т-72, Т-80 и Т-90. Военное обозрение. Armsdada.net.