

Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М., Гончаренко П.Д.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЖИВУЧЕСТИ СТВОЛА  
ГЛАДКОСТВОЛЬНОЙ ПУШКИ**

Танковая пушка была и остается основным вооружением танка. Кроме боевых характеристик немало-важное значение для нее имеют и эксплуатационные свойства, важнейшее из которых – живучесть ствола, которая характеризуется количеством выстрелов, которое можно осуществить из ствола без снижения баллистических характеристик снаряда до наперед заданного уровня. Таким образом ствол является повреждаемой конструкцией, которая в процессе эксплуатации и применения по назначению накапливает повреждения, которые до определенного уровня не оказывают влияния на показатели внешней баллистики, или могут быть компенсированы конструктивно или методически [2, 3].

Явление износа стволов исследовалось многими авторами [2, 3, 4] как в экспериментальном, так и в теоретическом плане. На современном этапе в основном определены механизм износа, причины его вызывающие, а также разработаны мероприятия по уменьшению износа, имеются отдельные оценки влияния величины и характера износа на критерии, определяющие живучесть ствола.

В целом можно заключить, что износ стволов для различных типов орудий не одинаков, зависит от калибра ствола, темпа и режима стрельбы, применяемого заряда и снаряда. Кроме этого, как показали исследования боеприпасов [5] длительное их хранение приводит к изменению свойств пороховых зарядов, а следовательно и к изменению параметров внутренней баллистики при производстве выстрела. Поэтому «возраст» боеприпаса также следует учитывать как один из факторов, влияющих на интенсивность истощения ресурса ствола.

Основные конструктивные, баллистические показатели и живучесть стволов пушек отечественных и зарубежных танков приведены в таблицах 1 и 2.

С целью определения живучести стволов танковой пушки на полигоне и с использованием специального оборудования [6] КП ХКБМ им. А.А. Морозова проведены экспериментальные исследования по определению износа стволов.

Исследования проводились с использованием трех серийных стволов, из которых было сделано одинаковое количество выстрелов (разница между настрелом не превышает пяти выстрелов) бронебойно-подкалиберными снарядами (БПС) одной партии, возраст которой составляет 22 года. После завершения стрельбы внутренняя поверхность каналов стволов обследовалась с применением переносной оптоэлектронной системы контроля «Ствол-2» [6], с помощью которой контактным способом определялись диаметры канала ствола с шагом 25 мм, а также проводился оптический контроль состояния поверхности с целью выявления повреждений внутренней поверхности ствола. Точность измерения диаметра ствола 0,01 мм.

В качестве контрольных данных использовались результаты измерения износа серийной трубы в результате аналогичного настрела кондиционным боеприпасом (длительность хранения партии 9 лет).

Результаты измерений в виде графиков зависимости относительного диаметра канала ствола  $\left(\frac{D}{D_{\text{кал}}}\right)$

от относительной координаты  $\left(\frac{x}{L_{\text{ств}}}\right)$  представлены на рис. 1.

Анализ представленных результатов экспериментального определения износа ствола позволяет сделать следующие выводы.

Изменение свойств пороховых зарядов боеприпасов послегарантийного срока хранения влияет на интенсивность износа ствола. Причем, если ввести относительный показатель износа в виде

$$I_{\text{кс}} = \frac{D_{22} - D_{\text{кал}}}{D_{\text{норм}} - D_{\text{кал}}}, \quad (1)$$

где  $D_{22}$  и  $D_{\text{норм}}$  – соответственно текущие измерения диаметра ствола в одной и той же координате после одинакового настрела,  $D_{\text{кал}}$  – исходный диаметр трубы, мм, то для координаты максимального износа

$\left(\frac{x}{L_{\text{ств}}}\right) \approx 0,18$  эта величина составит  $I_{\text{кс}} = 1,6$ .

**МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ**

Таблица 1 – Танковые пушки

Танк	Т-64	Т-64А (до 1974 г.)	Т-64А	Т-64Б, Т-80Б	Т-72Б, Т-72Б (М) и др.	Т-80Б, Т-80БВ, Т-80У, Т-80УД	Т-90	Т-80 У-МІ
Индекс	2А21 (Д-68)	2А26 (Д-81Т)	2А46-1 (Д-81ТМ)	2А46-2	2А46М	2А46М-1	2А46М -2	2А46М-4 / 2А46М-5
Год выпуска	1964	1967	1974		1981		1990...	
Калибр	115 мм	125 мм	125 мм	125 мм	125 мм	125 мм	125 мм	125 мм
Длина трубы ствола, мм	6000							
Длина отката, мм	300–340							
Тип про- двки канала ствола	эжекционный							
Тип ство- ла	гладкоствольный							
Теплоза- щитный кожух	-	-	+	+	+	+	+	+
Хромиро- вание ствола	-	-	-	-	+	-	-	опция
Автофре- тирование	-	-	-	-	-	+	+	+ ?
Коммен- тарии				Пушка пуско- вая уста- новка	Повышена жест- кость ствола и мак- симальное допус- тимое давление. Раз- работано быстро- разъемное соедине- ние ствола и сим- метричные проти- вооткатные устрой- ства. Повышенные (на 20-25%) точ- ностные характери- стики		Устрой- ство вывер- ки ка- нала ствола	На 10...20 % улучше- ны точ- ностные характери- стики
Живу- чьсть ствола, выстр. БПС	160–170				220		220	Более 500 - ?
Макси- мальное креше- рное дав- ление, МПа	450				500		-	600

Таблица 2 – К сравнению характеристик пушек ОБТ

Танк	Т-90 (Россия)	М1А2 (США)	«Леклерк» (Франция)
Индекс	2А46М-2	М256	CN-120-26
Калибр		120	120
Длина трубы ствола, мм	6000	5300	6240
Длина отката, мм	300-340	305	440
Масса пушки, кг	2450	3065	2740
Живучесть ствола, выстр. БПС	более 500 – ?	700	400
Максимальное крешерное давление, МПа	600	620	–

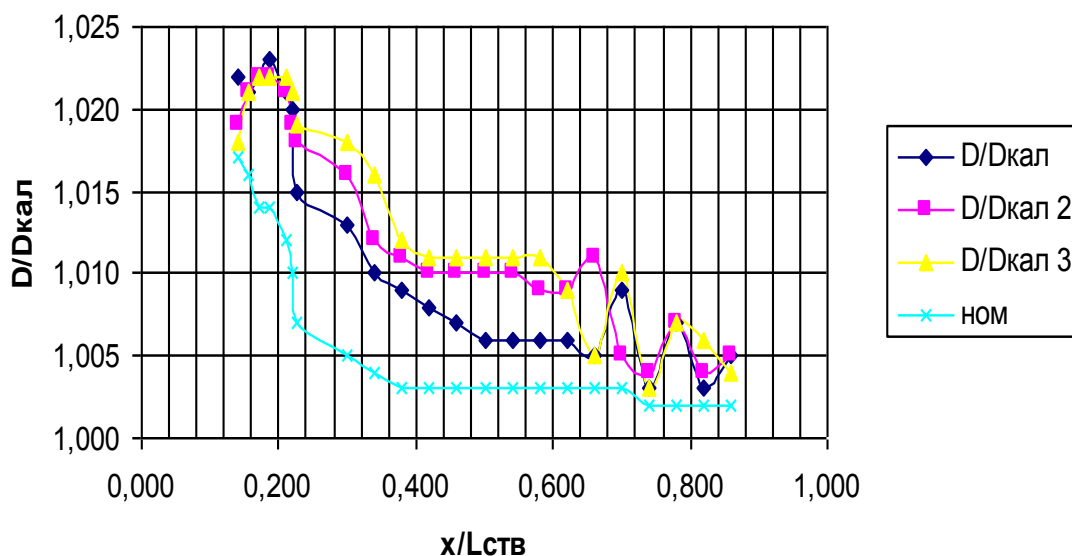


Рисунок 1 – Износ ствола по длине

Таким образом, применение боеприпасов срок хранения которых на 12 лет более гарантийного на 50...60 % увеличивают износ ствола при одинаковом числе выстрелов.

Следует отметить наблюдаемый для всех труб максимум износа в координате  $\left(\frac{x}{L_{ств}}\right) = 0,16...0,18$ ,

который не наблюдается при стрельбе кондиционными боеприпасами. Его появление по-видимому связано с повышением скорости горения порохов в результате длительного хранения и максимального давления в канале ствола, которое в 1,03...1,2 раза превышает нормальное. Кроме этого, как видно, по отношению к линии износа при стрельбе кондиционными боеприпасами, линии износа для послегарантийных выстрелов эквидистантны лишь в интервале относительной координаты  $0,3 \leq \left(\frac{x}{L_{ств}}\right) \leq 0,6$ . При

$\left(\frac{x}{L_{ств}}\right) \geq 0,6$  хотя и наблюдается больший разброс измерений, но интерполяционная линия приближается к линии нормального износа. Поэтому можно заключить, что претерпевает изменения сам характер износа по длине ствола.

Довольно широкие осцилляции диаметра после  $\left(\frac{x}{L_{ств}}\right) \geq 0,6$  по-видимому связаны с тем, что в виду повышения скорости горения пороха (для 22 лет на 11...18 %), к этому моменту порох уже сгорел и снаряд движется пульсируя, рывками, то вырывая части ведущего пояска, то опять закусывая их.

Таким образом, геронтологические изменения свойств пороховых зарядов [5] существенно влияют не только на начальную скорость снаряда, но и на износ ствола пушки, причем увеличивается интенсивность износа и характер его по длине ствола.

С учетом того, что практически стрельба БПС составляет порядка 20 % всего количества выстрелов, приходящихся на ствол при его применении по назначению, то фактически следует ожидать повышения износа ствола на 20...30 % при применении выстрелов 20...25 лет хранения, поскольку ОФ и К выстрелы в меньшей степени влияют на интенсивность износа ствола.

Износ ствола при применении выстрелов срок хранения которых превышает 30 лет требует специального эксперимента, причем в начале необходимо провести физико-химические исследования заряда для исключения проявления бризантных свойств и снижения калорийности пороха до уровня, когда снаряд не покинет ствол.

#### Литература

1. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М., Канищев С.П., Переход А.Н. О влиянии параметров внутренней баллистики на живучесть стволов танкового вооружения. // Интегрированные технологии и энергосбережение. N 2.– 2008.– С. 93–97.
2. Орлов Б.В., Ларман Э.К., Маликов В.Г., Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий. М. : Машиностроение.– 1976.
3. Чуев Ю.В. Проектирование ствольных комплексов. – М.: Машиностроение 1976.–216 с.
4. Надтока В.Н. Эрозия орудийных стволов (обзор)// Артиллерийское стрелковое вооружение. N4(21).– 2006.– С. 16–22.
5. Анипко О.Б., Бусяк Ю.М. Внутренняя баллистика ствольных систем при применении боеприпасов послегарантийных сроков хранения. Харьков. Академия ВВ МВД Украины.– 2010.–129 с.
6. Техническое описание и инструкция по эксплуатации. Переносная оптоэлектронная система контроля внутренней поверхности изделий типа КБАЗ. Система контроля «Ствол-2». 2000.

УДК 621.85-52

Аніпко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М., Гончаренко П.Д.

#### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЖИВУЧОСТІ СТОВБУРА ГЛАДКОСТОВБУРНОЇ ГАРМАТИ**

У статті наведено результати експериментального дослідження живучості стовбура гладкостовбурної гармати.

Anipko O.B., Borisjuk M.D., Busjak J.M., Goncharenko P.D.

#### **EXPERIMENTAL RESEARCH OF SURVIVABILITY TRUNK OF A SMOOTH-BORE GUN**

In article results of an experimental research of survivability trunk of a smooth-bore gun are resulted.