

## Повышение баллистических характеристик стрелкового оружия за счет применения модернизированной схемы Герлаха

*А.В. Кулагин*

*Удмуртский государственный университет, Ижевск, Удмуртия*

**Аннотация:** в статье предложен метод совершенствования баллистических характеристик стрелкового оружия путем применения комбинированного канала ствола. Этот подход подтвержден решением основной задачи внутренней баллистики и некоторыми смоделированными опытными данными.

**Ключевые слова:** дульная энергия, прочность, давление, скорость, импульс, баллистика.

Традиционные пути увеличения дульной энергии, которая является одним из основных элементов повышения эффективности стрелкового оружия (самозарядное оружие, пулеметы), да и в целом артиллерийского оружия (пушки, гаубицы) в настоящее время можно считать исчерпанными. В дальнейшем будем вести речь применительно к стрелковому оружию. Здесь можно предложить три метода повышения эффективности:

1. За счет применения нового баллистического решения ствол с комбинированным каналом – надкалиберная пуля (рис. 1), что позволит использовать естественный резерв прочности казенной части стволов стрелкового оружия и создать оружие с более высоким уровнем начальных скоростей [1-4];

2. За счет различных методов упрочнения, что конструктивно и технологически часто противоречит друг другу [5,6];

3. За счет повышения прочностных характеристик материалов, что тоже приводит к рассогласованию с пластичностью и габаритно-массовыми характеристиками в условиях повышенных температур [5-7].

Предлагаемый баллистический способ хорошо вписывается в существующие образцы стрелкового оружия и является модернизацией известной схемы Герлаха, примененной во время второй мировой войны. Однако вследствие двойного уширения и больших поперечных размеров ствола и оружия, а также вследствие технологических трудностей изготовления цилиндро-конических стволов эта схема не была реализована в серийном производстве. За объект исследования примем снайперскую винтовку Драгунова (СВД).

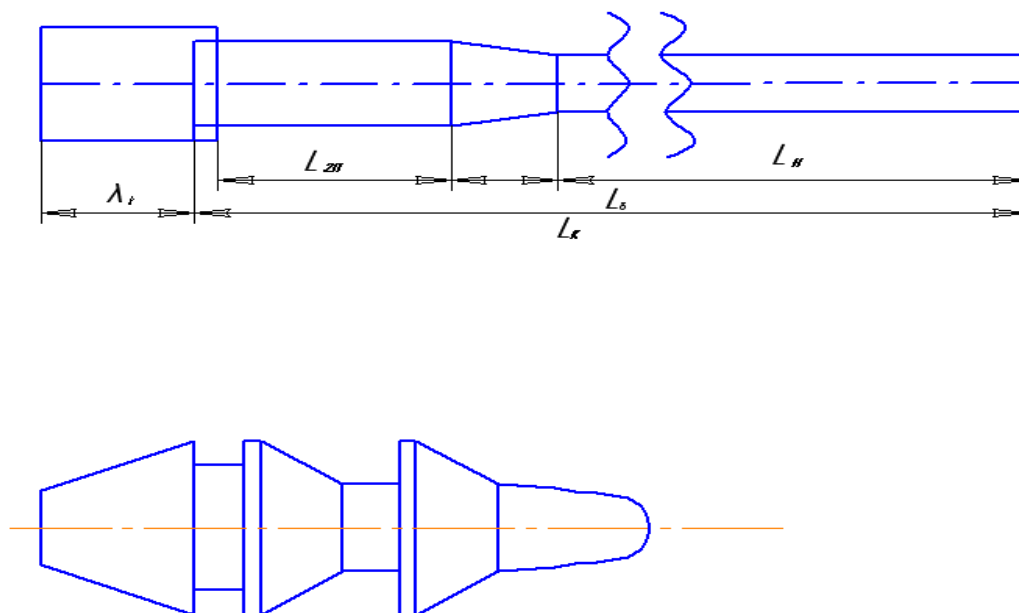


Рис.1 - Ствол с комбинированным каналом

Модернизированная схема отличается применением цилиндрической гильзы вместо бутылочной, а также тем, что коническая часть в ней выступает не как основная часть ствола, а как переходная от разгонной цилиндрической части, длиной  $l_{\text{зл}}$ , к основной, направляющей нарезной части ко длиной  $l_{\text{н}}$  (рис.1). Назовем условно такую конструкцию стволом с комбинированным каналом.

Для определения значений баллистических характеристик решаем основную задачу внутренней баллистики (ОЗВБ) со следующими исходными данными [1-3,8-10]:

диаметр цилиндрической части ствола 10 мм; диаметр нарезной части ствола 7,62мм; масса топлива 0,0039 кг; плотность заряжания 900 кг/м<sup>3</sup>; масса пули 0,0096 кг; путь пули 588 мм; путь по цилиндрической части ствола 60 мм; путь по конической части ствола 30 мм; путь по нарезной части ствола 498 мм; длина зарядной камеры 32 мм; показатель изоэнтропы 0,235; коволюм 0,00095 м<sup>3</sup>/кг; давление форсирования 15 МПа; коэффициент формы зерна 1; сила топлива 1,03 МДж/кг; начальное значение импульса 0,123 МПа·с максимальное давление 360 МПа.

Результат  $p$  сводим в таблицу 1, в которой  $t$ -время движения пули,  $\Psi$ -коэффициент формы зерен топлива,  $V$ -скорость движения пули  $l$ -путь, проходимый пулей  $p$ -давление газов в канале,  $RT$ -мощность топлива на килограмм его массы.

Таблица № 1

Энерго-баллистические параметры по схеме Герлаха

$t, c$	$\Psi$	$V, м/с$	$l, мм$	$p, МПа$	$RT, Дж/кг$
0,00004	0,05162	24,85	0,4	110,59	1,0288
0,00008	0,09339	68,77	2,2	188,18	1,0189
0,00012	0,15985	138,65	6,3	279,83	0,9976
0,00016	0,24979	233,22	13,7	346,70	0,9639
0,00020	0,35134	340,00	25,1	360,47	0,9220
0,00024	0,45029	444,04	408	322,48	0,8786
0,00028	0,53854	536,22	60,5	288,74	0,8383
0,00032	0,61424	612,50	83,5	245,78	0,8044
0,00036	0,67872	677,46	109,3	210,11	0,7839
0,00040	0,73406	733,21	137,6	181,06	0,7659
0,00044	0,78197	781,48	167,9	157,51	0,8031
0,00048	0,82385	823,67	200	138,40	0,7503
0,00052	0,86082	860,92	233,7	122,76	0,7365
0,00056	0,89375	894,10	268,8	109,84	0,7243

0,00060	0,92334	923,91	305,2	99,05	0,7134
0,00064	0,95011	950,88	342,7	89,95	0,7036
0,00068	0,97450	975,46	381,2	82,20	0,6946
0,00072	0,99685	997,98	420,7	75,54	0,6865
0,00076	1,00000	1018,72	461,1	69,77	0,6790
0,00080	1,00000	1037,93	502,2	64,73	0,6840
0,00084	1,00000	1055,79	544,1	60,31	0,6905
0,00088	1,0000	1072,96	586,6	56,39	0,6962
			588	56,28	0,6964

На вылете из канала ствола, что соответствует последней строке таблицы 1 имеем окончательное значение импульса энергии выстрела 410 МПа·с и импульса отдачи 14,9658 кг·м/с. Смоделируем схему Герлаха по полученным параметрам и сведем результаты по опытам в таблицу 2.

Таблица № 2

Существующие и опытные конструкторско-баллистические характеристики

Параметр вариант	$\omega$ , кг	$\Delta$ , кг/дм <sup>3</sup>	$l_{зл}$ , мм	$l_{кон}$ , мм	$p_{т}$ , МПа	$V_0$ , м/с	$V_0$ , м/с	$V_0$ , %
СВД	0,00315	0,84	-	-	304	800	-	-
Оп 1	0,0039	0,9	15	30	304	930	130	16,2
Оп 2	0,0039	0,9	30	30	304	963	163	20,4
Оп 3	0,0039	0,9	45	30	304	950	150	18,8
Оп 4	0,0039	0,9	15	30	353	960	160	20,0
Оп 5	0,0039	0,9	30	30	353	994	154	24,2
Оп 6	0,0039	0,9	60	30	353	986	186	23,2

Из данных таблицы следует, что применение ствола с комбинированным каналом позволяет значительно увеличить уровень  $V_0$  начальных скоростей пуль (до 25%), а, следовательно и дульных энергий при весе топлива  $\omega$  и плотности заряжания  $\Delta$ , что достигается за счет:

увеличения объема камеры от  $3,85 \text{ см}^3$  до  $4,3 \text{ см}^3$ .  
увеличения импульса движущей силы на участке  $l_{\text{гл}}+l_{\text{кон}}$   
повышения максимального давления  $p_m$ , которое дает в рассматриваемой  
схеме больший эффект, чем в обычных цилиндрических стволах.

Результаты заставляют по-новому взглянуть на производительность  
цилиндро-конических стволов, увеличение которой определяется  
оптимальной длиной гладкого участка, которая находится в пределах 15-45  
мм и вписывается в существующие размеры посадочной в ствольную  
коробку части штатных стволов. Длина конической части ствола в первом  
приближении принята 30 мм и подлежит экспериментальной проверке.  
Эскизная проработка оружия с экспериментальным стволом показала его  
высокую степень преемственности: в нем полностью заимствуется более 50%  
деталей, в том числе затвор ствольная коробка, детали автоматики, а при  
производстве сохраняется 80-90% существующего техпроцесса. Новые  
детали – ствол, магазин, подаватель и др. Гильза патрона для нового изделия  
представляет собой разновидность винтовочной гильзы и состоит из одного  
цилиндрического участка, совпадающего по размерам с цилиндрической  
частью (первым конусом) винтовочной гильзы.

### Литература

1. Жук А.Б. Стрелковое оружие. Револьверы, пистолеты, винтовки, пистолеты-пулеметы, автоматы. - М.: «Воениздат», 1992. 735 с.
  2. Серебряков М.Е. Внутренняя баллистика ствольных систем и пороховых ракет. - М.: «Оборонгиз», 1962. 703 с.
  3. Корнер Дж. Внутренняя баллистика орудий. Пер. с англ. под ред. проф. И.В. Граве. - М: Издательство иностранной литературы, 1953. - 462 с.
  4. Ширяев Д. Забытая история пули Гарольда Герлаха/Армия мира. Вооружение, 2011. URL: [dogswar.ru/armii-mira/vooryjenie/3863-zabytaia-istoriia-py.html](http://dogswar.ru/armii-mira/vooryjenie/3863-zabytaia-istoriia-py.html).
-



5. Орлов Б.В., Ларман Э.К., Маликов В.Г. Устройство и проектирование стволов артиллерийских орудий.-М.: «Машиностроение». 1976, 430 с.
6. Кулагин А.В., Дородов П.В. О запасе прочности и оценке надежности узлов металлоконструкций//Инженерный вестник Дона, 2012, № 2 URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/810.
7. Кулагин А.В. Газодинамический подход к оценке потерь на теплоотдачу в простом газопроводе.//Инженерный вестник Дона, 2013, №2 URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\_82\_Kulagin.pdf\_1736.pdf.
8. Ассовский И.Г. Физика горения и внутренняя баллистика – М.: Наука. 2005. – 357 с.
9. Gutman V.R. Solid propellant burning rate theory, ARS, 1960, 30. No.9, pp. 908-910.
10. Stone M.W. Slotted Tube Grain Design, ARS-II, 1961, pp.223-228.

### References

1. Juk A.B. Strelkovoje orujie. Revolvery, pistolety, vintovki, pistolety-pulemety, avtomaty [Small-arms. Revolvers, pistols, rifles, machine pistols-guns, automats.]-М: «Voenisdat», 1992. 735 p.
  2. Serebryakov M.E. Vnutrennjaja ballistika stvolnyh system i porohovyh raket [Internal ballistics of the barrel systems and gunpowder rockets]. М: «Oborongis», 1962. 703 p.
  3. Korner J. Vnutrennjaja ballistika orudiy [Internal ballistics of instruments]. Per. s angl. pod red. prof. I.V. Grave. М.: Izdatelstvo inostrannoï literatury, 1953. 462 p.
  4. Shyryaev D. Armiya mira. Voorujenie, 2011. URL:dogswar.ru/armii-mira/vooryjenie/3863-zabytaia-istoriia-py.html.
  5. Orlov B.V., Larman E.K., Malikov V.G. Ustroystvo i proektirovanie stvolov artilleriyskyh orudiy [Device and planning of barrels of artillery instruments]-М.:«Mashinostroenie». 1976, 430 p.
-



6. Kulagin A.V., Dorodov P.V. Inzhenerny vestnik Dona, 2012, № 2  
URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2012/810. pp.420-423
7. Kulagin A.V. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2013,  
№2URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD\_82\_Kulagin.pdf\_1736.pdf.
8. Assovsky I.G. Fisika gorenja I vnutrennjaja ballistika [Physics of burning and internal ballistics]. M.:Nauka. 2005-357 p.
9. Gutman V.R. Solid propellant burning rate theory, ARS, 1960, 30. No.9, pp. 908-910.
10. Stone M.W. Slotted Tube Grain Design, ARS-II, 1961, pp.223-228.