

УДК: 623.442.424

С. А. Писарев, доктор технических наук, кандидат экономических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
 Д. В. Чирков, кандидат технических наук, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова  
 Р. Р. Фархетдинов, аспирант, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## О МАКСИМАЛЬНО ДОСТИЖИМОМ ТЕМПЕ СТРЕЛЬБЫ ИЗ ИНДИВИДУАЛЬНОГО АВТОМАТИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ С ОТВОДОМ ПОРОХОВЫХ ГАЗОВ ИЗ КАНАЛА СТВОЛА

В настоящее время индивидуальное автоматическое оружие с отводом пороховых газов из канала ствола является наиболее распространенным и имеет явные преимущества по сравнению с оружием, имеющим другие схемы работы автоматики [1]. Единственным существенным недостатком этой схемы является низкая кучность стрельбы автоматическим огнем из неустойчивых положений. Исследования путей повышения кучности автоматической стрельбы [2] показали, что для оружия с рассматриваемой схемой работы автоматики единственным рациональным направлением является повышение темпа стрельбы. Расчетно-теорети-

ческое определение предельного темпа стрельбы возможно на основе расчета автоматики оружия с учетом предварительно определенных параметров, ограничивающих темп стрельбы.

Исследования были проведены для гипотетических образцов оружия под патроны 5,45×39, 7,62×39 и 7,62×54R с использованием в конструкции двух различных схем досылания патрона в ствол: с досылателем, расположенным на затворе (рис. 1), и с подвижным досылателем (рис. 2).

Схема на рис. 1 является классической и широко используется в конструкциях современных автоматов.

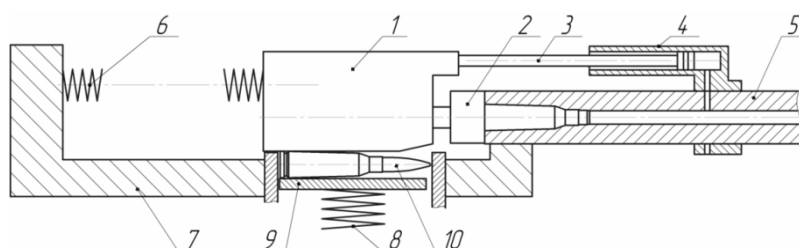


Рис. 1. Принципиальная кинематическая схема оружия с отводом пороховых газов из канала ствола с досылателем, расположенным на затворе: 1 – затворная рама; 2 – затвор; 3 – шток затворной рамы с поршнем; 4 – газовая камера; 5 – ствол; 6 – возвратная пружина затворной рамы; 7 – ствольная коробка; 8 – пружина магазина; 9 – подаватель магазина; 10 – патрон

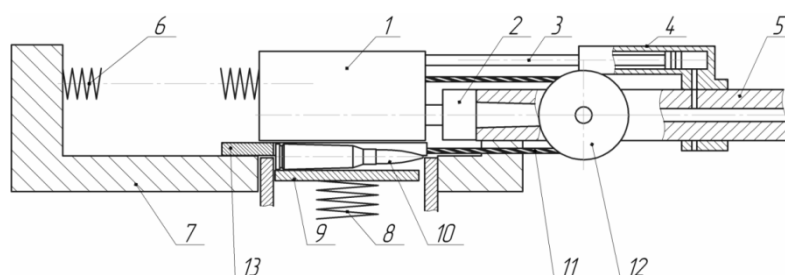


Рис. 2. Принципиальная кинематическая схема оружия с отводом пороховых газов из канала ствола с подвижным досылателем: 1 – затворная рама; 2 – затвор; 3 – шток затворной рамы с поршнем; 4 – газовая камера; 5 – ствол; 6 – возвратная пружина затворной рамы; 7 – ствольная коробка; 8 – пружина магазина; 9 – подаватель магазина; 10 – патрон; 11 – трос подвижного досылателя, связанный с затворной рамой; 12 – шкив подвижного досылателя; 13 – досылатель

Схема с подвижным досылателем, представленная на рис. 2, преимущественно применяется в конструкциях авиационных пушек, где необходимо обеспечить высокий темп стрельбы. Также данная схема досылания патрона была реализована и в автомате АН94. Темп стрельбы для оружия с рассматриваемой схемой повышается за счет того, что досылание патрона в патронник начинается и заканчивается еще в периоде отката затворной рамы. Это,

в свою очередь, позволяет сократить величину отката ведущего звена (исключается необходимость перебега затворной рамы за магазин).

Циклограммы работы автоматики для рассматриваемых схем приведены на рис. 3 и 4.

Математические модели для расчета автоматики представляют собой совместный расчет основной задачи внутренней баллистики, периода последствия, процесса перетекания пороховых газов из канала

ствола в газовую камеру и расчет элементов движения ведущего звена автоматики (затворной рамы). Применяемые математические модели являются классическими и подробно описаны в работах [3, 4, 5, 6].



Рис. 3. Циклограмма работы автоматики оружия с отводом пороховых газов из канала ствола с досылателем, расположенным на затворе

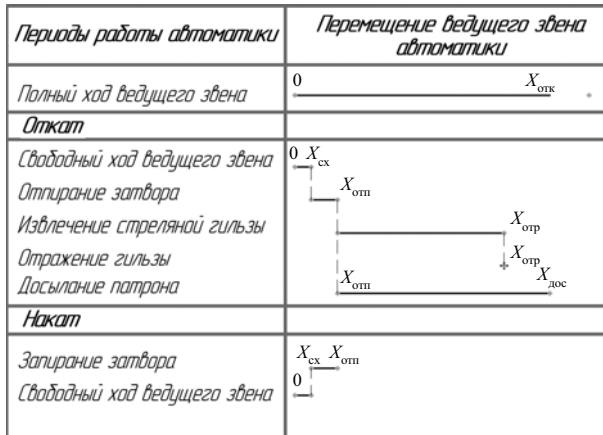


Рис. 4. Циклограмма работы автоматики оружия с отводом пороховых газов из канала ствола с подвижным досылателем

К основным параметрам оружия, необходимым для расчета автоматики, относятся:

- величины характерных участков циклограммы (рис. 3, 4), мм;
- масса затвора  $M_z$ , кг;
- масса затворной рамы  $M_{з.р.}$ , кг;
- начальное  $P_0$  и конечное поджатие  $P_k$  возвратной пружины, Н.

Величины указанных параметров в зависимости от применяемого патрона были назначены исходя из образцов-аналогов, а также на основании рекомендаций,

представленных в работах [7, 8]. В оружии под автоматные патроны использовались штатные магазины от автоматов Калашникова (6Л123 и 6Л129), для оружия под винтовочный патрон – гипотетический магазин на 20 патронов. Величины параметров, необходимых для расчета автоматики, представлены в табл. 1.

В общем случае на темп стрельбы накладываются следующие ограничения:

- конструктивные ограничения, связанные с допустимыми скоростями взаимодействия звеньев механизмов автоматики, определяемые из условия обеспечения их прочности и необходимого ресурса (не более 10-12 м/с);

- обеспечение прочности патрона и его частей в цикле работы автоматики, т. е. отсутствие демонтажа пули в начале и в конце досылания и отсутствие существенных пластических деформаций гильзы и всего патрона при досылании;

- обеспечение прочности фланца гильзы при извлечении и отсутствие поперечных либо продольных разрывов гильзы от воздействия остаточного давления пороховых газов в канале ствола.

Предельные скорости движения ведущего звена автоматики определяются из условия прочности патрона согласно рекомендациям работы [9], в соответствии с которыми используются следующие ограничения:

- на допустимую максимальную скорость начала движения патрона при условии отсутствия пластической деформации гильзы ( $V_{max1}$ );
- допустимую максимальную скорость остановки патрона в патроннике при досылании ( $V_{max2}$ );
- допустимую максимальную скорость начала извлечения гильзы при условии отсутствия среза закраины гильзы ( $V_{max3}$ ).
- допустимое остаточное давление при извлечении гильзы из условия отсутствия среза закраины гильзы ( $P_{ост. max}$ ).

Для обеспечения своевременности подачи патрона из магазина в ствол для всех исследуемых случаев определялось минимальное время подъема патрона в магазине на линию досылания:

$$t_{p \min} = \sqrt{\frac{2my}{P-G}},$$

где  $t_{p \min}$  – минимальное время подъема патрона в магазине на линию досылания;  $m$  – масса патронов в магазине, подавателя магазина и движущейся части пружины подавателя;  $y$  – высота подъема патронов в магазине на линию досылания;  $G$  – вес патронов в магазине и подавателя;  $P$  – усилие пружины магазина.

Таблица 1. Величины параметров, необходимых для расчета автоматики оружия

Патрон	Параметр									
	$M_z$ , кг	$M_{з.р.}$ , кг	$P_0$ , Н	$P_k$ , Н	$X_{сх}$ , мм	$X_{отп}$ , мм	$X_{отр}$ , мм	$X_{дос}$ , мм	$X_{отк}$ , мм	
									1*	2*
5,45×39	0,075	0,375	30	60	8	16	62,7	74,1	**	74,1
7,62×39	0,075	0,375	30	60	8	16	61,6	72,8	**	72,8
7,62×54R	0,095	0,475	30	60	8	17	84,7	100,1	**	100,1

Примечания: 1\* – схема с досылателем на затворе; 2\* – схема с подвижным досылателем; \*\* – величина полного хода ведущего звена подбиралась из условия отсутствия пропуска подачи.

Полученные расчетные значения параметров, ограничивающих темп стрельбы, представлены в табл. 2.

**Таблица 2. Расчетные значения параметров, накладывающих ограничения на темп стрельбы**

Патрон	Параметры				
	$V_{\max 1}$ , м/с	$V_{\max 2}$ , м/с	$V_{\max 3}$ , м/с	$P_{\text{ост. макс}}$ , МПа	$t_{\min}$ , с·10 <sup>-3</sup>
5,45×39	9,531	17,732	11,729	42,3	8
7,62×39	6,929	21,284	13,135	60,2	11
7,62×54R	6,795	13,25	14,81	50,7	11

С учетом использования данных табл. 2 были произведены расчеты элементов движения ведущего звена на основе решения прямой задачи динамики. Основным расчетным параметром, необходимым для определения темпа стрельбы, является время движения ведущего звена за цикл откат – накат. Темп стрельбы был определен в соответствии с зависимостью

$$N = \frac{60}{t_{\text{ц}} + t_{\text{к}}},$$

где  $N$  – темп стрельбы, выстр/мин;  $t_{\text{ц}}$  – расчетное время движения ведущего звена за цикл откат – накат, с;  $t_{\text{к}}$  – время движения курка (межцикловое время), с.

При расчете максимального темпа межцикловое время принимали равным нулю, т. е. воспламенение капсуля происходило в момент прихода подвижных частей в крайнее переднее положение. Время воспламенения заряда не учитывалось.

Результаты расчета максимального темпа стрельбы для оружия с рассматриваемыми схемами автоматики под разные типы патронов приведены в табл. 3.

**Таблица 3. Результаты расчета максимального темпа стрельбы**

Патрон	Темп стрельбы, выстр/мин	
	Схема с подавателем на затворе	Схема с подвижным подавателем
5,45×39	2277,5	3162,1
7,62×39	2039,7	3217,5
7,62×54R	1578,9	2222,1

Согласно известным исследованиям по влиянию темпа стрельбы на кучность стрельбы из оружия под патрон 5,45×39 повышение темпа стрельбы с 600 выстр/мин до 2000 выстр/мин приводит к улучшению кучности приблизительно в 3-3,5 раза; повышение темпа стрельбы до 3000 выстр/мин – приблизительно в 5 раз. Следовательно, для индивидуального автоматического оружия с отводом пороховых газов из канала ствола под патрон 5,45×39 возможно повышение кучности автоматической стрельбы не более чем в 5 раз в сравнении с автоматом АК74. Для оружия под патроны с большим импульсом (7,62×39 и 7,62×54R) кучность автоматиче-

Получено 30.05.2016

ской стрельбы будет ухудшаться пропорционально увеличению импульса патрона. Также стоит отметить, что увеличение темпа стрельбы неминуемо приводит к снижению ресурса работы основных деталей оружия.

Таким образом, возможности повышения кучности автоматической стрельбы в оружии с отводом пороховых газов из канала ствола с неподвижной ствольной коробкой сильно зависят от ограничений, накладываемых на конструкцию оружия. Эти ограничения определяются в первую очередь возможностями повышения темпа стрельбы.

Намного бóльшим потенциалом повышения кучности стрельбы обладает оружие с накоплением импульса отдачи со схемой работы автоматики, работающей за счет отвода части пороховых газов из канала ствола (автомат АН94). В оружии этого типа наиболее рациональным направлением повышения эффективности стрельбы (изменение длины очереди, переход на патроны с большим импульсом и т. п.) также является увеличение темпа, максимальное значение которого тоже ограничивается найденными значениями, приведенными в табл. 3.

Для того чтобы однозначно ответить на вопрос о рациональности применения схемы с накоплением импульса отдачи в конструкции автомата нового поколения, запланировано проведение расчетно-теоретических исследований по определению предельных функционально-конструктивных возможностей оружия с указанной схемой автоматики.

**Библиографические ссылки**

1. Обоснование актуальности модульной схемы автомата / Б. А. Якимович, С. А. Писарев, Д. В. Чирков, Р. Р. Фархетдинов // Вестник ИжГТУ имени М. Т. Калашникова. – 2015. – № 3(67). – С. 26–29.
2. Теория и расчет автоматического оружия / под ред. В. М. Кириллова. – Пенза : ПВАИУ, 1973. – 493 с.
3. Баллистика ракетного и ствольного оружия : учебник для вузов / под ред. А. А. Королева, В. А. Комочкова ; науч. конс. В. А. Шурыгин. – Волгоград, 2010. – 472 с.
4. Кулагин В. И., Черезов В. И. Газодинамика автоматического оружия. – М. : ЦНИИИнформация, 1985. – 256 с.
5. Платонов Ю. П. Термогазодинамика автоматического оружия. – М. : Машиностроение, 2009. – 356 с.
6. Проектирование ракетных и ствольных систем / под ред. Б. В. Орлова. – М. : Машиностроение, 1974. – 828 с.
7. Проектирование спецмашин. – Ч. 1. Проектирование стрелково-пушечного вооружения : учебник / А. Г. Шипунов [и др.]. – Тула : Изд-во ТУлГУ, 2008. – 306 с.
8. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного, артиллерийского и ракетного оружия. – Ч. 1. Физические основы устройства и функционирования стрелково-пушечного и артиллерийского оружия : учебник для вузов / под ред. А. А. Королева и В. Г. Кучерова. – Волгоград : Изд-во ВолГТУ, 2002. – 560 с.
9. Данилин Г. А., Огородников В. П., Заволокин А. Б. Основы проектирования патронов к стрелковому оружию. – СПб. : Изд-во БГТУ, 2005. – 244 с.