

УДК 623.44(045)  
DOI 10.22213/2413-1172-2018-3-51-58

## ОБОСНОВАНИЕ НАЗНАЧЕННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМАТА АК-47

Л. А. Галаган, доктор технических наук, профессор, ИжГТУ имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия  
Р. Ю. Сахратов, ЗАО «Техкрим», Ижевск, Россия

*Почти 70 лет состоит на вооружении Российской армии автомат Калашникова АК-47, являющийся эталоном надежности и безотказности, достигнутыми в ходе длительной жизненной оптимизации. На основе современной теории расчета и проектирования оружия, основанной на привлечении математических моделей внутренней, внешней и раневой баллистики, газодинамической теории течения газа, теории удара, планирования численного эксперимента, обоснована абсолютная состоятельность определяющих технических параметров автомата:*

- длина ствола для поражения цели на заданной техническим заданием дальности;
- элементы циклограммы на участке работы двигателя автоматики;
- массы элементов подвижных частей и их соотношение;
- место расположения газоотводного отверстия;
- параметры газового узла, обеспечившие непревзойденное качество автомата.

*Назначенная длина ствола основана на безусловном поражении на дальности прямого выстрела 400-600 м, что определено техническим заданием.*

*Обоснован выбор двигателя автоматики с боковым отводом пороховых газов, исключаящим выстрел из подвижного ствола в системах с отдачей ствола и повышающим эффективность стрельбы. Элементы циклограммы на участке работы двигателя автоматики найдены на основании планирования численного эксперимента из условия безопасного функционирования гильзы и минимальных потерь скорости движения затворной рамы при отпирании затвора.*

*С привлечением планирования эксперимента с учетом потерь скорости в начале и конце отпирания затвора найдена масса затворной рамы и затвора, а также их соотношение, обеспечивающее минимальные потери вследствие ударов в крайних точках цикла.*

*Обоснованы параметры газового тракта двигателя. Место расположения газоотводного отверстия относительно казенной части ствола обеспечивает сохранение неизменным диаметра отверстия вследствие достижения в этой зоне максимального относительного количества сгоревшего пороха. Параметры газового тракта – диаметр газоотводного отверстия и угол входа в него – обеспечивают требуемую скорость в конце работы двигателя, что следует из результатов численного эксперимента.*

**Ключевые слова:** автомат Калашникова АК-47, агрегатные узлы, технические характеристики, обоснование.

### Введение

**А**втомат Калашникова создавался под промежуточный патрон 7,62×39 образца 1943 г. как оружие, обладающее маневренностью пистолетов-пулеметов и дальностью эффективной стрельбы систем, использующих винтовочный патрон.

При сложившейся к указанному моменту структуре автоматического оружия, двигателя автоматики, показанных на рис. 1, 2, неоднозначным оставался вопрос о типе автономного двигателя.

Альтернативными и приемлемыми типами двигателей в момент создания автомата являлись:

- двигатель с отдачей ствола при его коротком ходе;
- двигатель с отводом газа из канала ствола.

Главным недостатком двигателя первого типа является недостаточная эффективность стрельбы, обусловленная выстрелом из подвижного ствола.

Достоинством таких двигателей является:

- безопасная работа гильзы, удерживаемой в стволе запирающимся затвором;
- запирающийся затвор, приводимый в действие подвижным стволом, перемещающимся в зону отпирания;
- удачная процедура отпирания затвора, чаще всего его поворотом;
- возможность достижения потребной энергии в конце работы двигателя, обеспечивающей надежное функционирование оружия, введением специальных устройств – ускорительного механизма и усилителя отдачи.



Рис. 1. Морфология автоматики оружия



Рис. 2. Структура двигателя автоматики оружия

В системах с отводом газа сохранены перечисленные достоинства двигателя с отдачей

ствола при устранении главного недостатка – подвижного ствола. Особенности такого двигателя являются:

- неподвижный ствол;
- запирающийся затвор, приводимый в действие затворной рамой;
- специальный источник энергии – пороховые газы, отводимые из ствола в газовую камеру;
- механизм регулирования скорости подвижных частей в конце работы двигателя варьированием конструктивных элементов газового узла.

Перечисленные особенности двигателя с отводом порохового газа явились обоснованием для его введения в конструкцию создаваемого автомата.

В соответствии со структурным анализом отдельных систем оружия и оружия в целом сформированы его агрегатные узлы, показанные на рис. 3. Здесь же приведены конструктивные элементы, влияющие на их функционирование и функционирование оружия в целом.

Все перечисленные размеры и параметры, состоявшиеся в ходе жизненной оптимизации автомата, обеспечивают выполнение эксплуатационных требований и безотказное функционирование оружия в любых условиях эксплуатации.

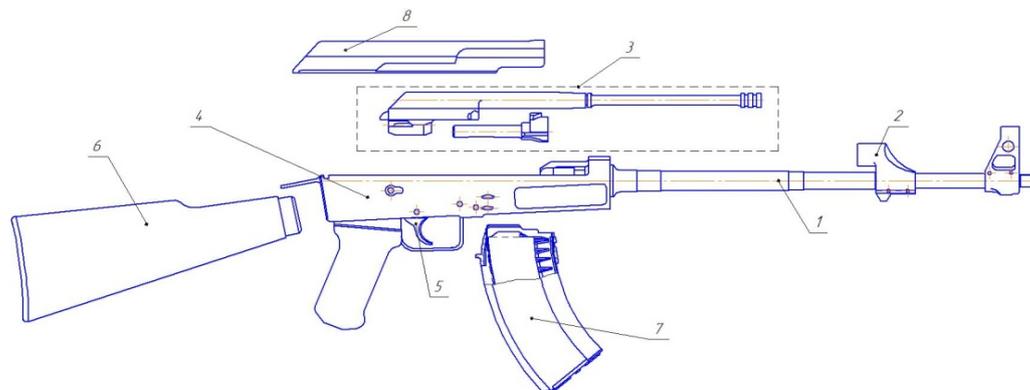


Рис. 3. Агрегатные узлы автомата и их базовые конструктивные элементы: 1 – ствол ( $L_{\text{ств}}$  – длина ствола;  $L_{\Gamma}$  – расстояние до газоотводного отверстия от казенного среза); 2 – газовый узел ( $d_0$  – диаметр газоотводного отверстия;  $\varphi$  – угол наклона газоотводного отверстия;  $l_{\text{кам}}$  – длина камеры;  $S_{\text{п}}$  – площадь поршня); 3 – затвор и затворная рама ( $M_3$  – масса затвора;  $M_{3\text{р}}$  – масса затворной рамы;  $M_3/M_{3\text{р}}$  – их соотношение;  $x_{\text{с.х}}$  – длина свободного хода;  $x_{\text{отп}}$  – длина отпирания); 4 – ствольная коробка с рукояткой удержания; 5 – ударно-спусковой механизм; 6 – приклад; 7 – магазин; 8 – крышка ствольной коробки

### Анализ параметров

Современная методология расчета и проектирования оружия позволяет оценить состоятельность принятых решений. В основу выполненного исследования газодинамических процессов в оружии положены классические расчетные методы одномерного течения газа в квазистационарной постановке [1–3].

Назначение длины ствола основывается на безусловном поражении цели на дальности прямого выстрела 400–600 м, что определено техническим заданием. В качестве критерия поражения использована удельная кинетическая энергия пули, составляющая при стрельбе по незащищенной цели  $1,5 \dots 1,72 \frac{\text{МДж}}{\text{м}^2}$ .

Совместное решение задач внутренней и внешней баллистики с оценкой поражающего действия позволяет определить дальность прямого выстрела (цель – ростовая мишень,  $h = 1,7$  м), удельную кинетическую энергию пули у цели, вероятность поражения незащищенной цели в зависимости от начальной скорости пули, то есть и длину ствола.

Диапазон выбранных начальных скоростей приведен в табл. 1. Длины стволов определены из решения основной задачи внутренней баллистики патрона 7,62×39 при использовании классических коэффициентов идентификации – импульс пороха  $J_k$ , составляющая коэффициента фиктивности массы пули  $\phi_1$ , обеспечивающих опытные баллистические параметры автомата АК-47:

- максимальное крешерное давление  $p_{m_{кр}} = 275$  МПа;
- начальная скорость пули  $V_0 = 715$  м/с;
- длина ствола 415 мм.

Во всех рассмотренных случаях удельная энергия у цели превышает нормативную и является гарантией ее безусловного поражения.

Таблица 1. Длины стволов для поражения цели и исходные данные для их определения

$V_0$ , м/с	Дальность прямого выстрела, м	$l_{дв}$ , мм	$L_{ств}$ , мм
475	404	91,0	116,1
560	450	148,3	173,4
650	502	255,5	280,6
730	549	433,8	458,8
810	595	797,1	822,2

Графические зависимости  $V_0 = f(L_{ств})$  и ДПВ =  $f(V_0)$ , приведенные на рис. 4, позволяют определить начальную скорость пули, обеспечивающую заданную дальность прямого выстрела и соответствующую длину ствола.

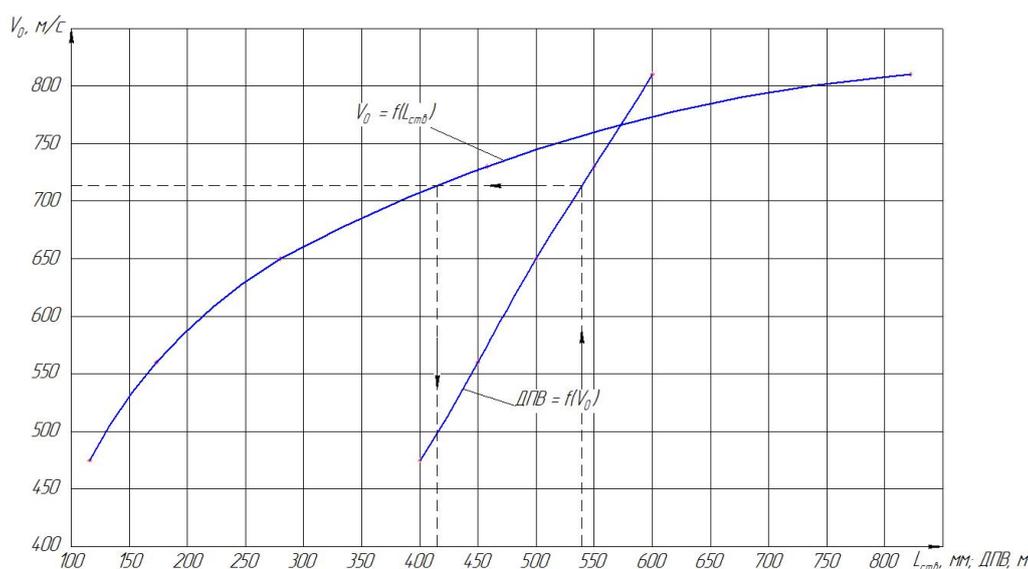


Рис. 4. Зависимости  $V_0 = f(L_{ств})$ ; ДПВ =  $f(V_0)$

Так, при дальности прямого выстрела порядка 540 м начальная скорость пули  $V_0 = 715$  м/с, длина ствола 415 мм, что и выполнено в автомате АК-47.

Набор скорости ведущего звена автоматики, осуществляемый в течение работы двигателя, зависит от реализуемой циклограммы и перемещающихся с соударениями подвижных частей – затвора и затворной рамы.

Главными элементами циклограммы являются длина свободного хода затворной рамы и длина участка отпираания затвора. Результаты реализации полного факторного эксперимента  $2^2$  [4] по назначению указанных параметров

приведены в табл. 2. В качестве основных уровней назначены реализованные в автомате АК-47 значения  $x_{с.х} = 8$  мм;  $x_{отп} = 8$  мм, диапазон варьирования каждого параметра составляет  $\pm 3$  мм. Здесь для каждой позиции показаны необходимые для реализации плана сочетания значений параметров, соответствующие значения скорости  $V_{пк}$ , перемещения поршня  $x_{пк}$  в конце работы двигателя, а также давления в стволе в конце свободного хода поршня  $p_{с.х}$  и в конце отпираания  $p_{отп}$ .

Последняя строка таблицы соответствует циклограмме автомата АК-47.

Таблица 2. Матрица планирования  $2^2$  для назначения элементов циклограммы

$x_{с.х}$ , мм	$x_{отп}$ , мм	$x_{с.х} + x_{отп}$ , мм	$V_{п.к}$ , м/с	$x_{п.к}$ , мм	$p_{с.х}$ , МПа	$p_{отп}$ , МПа
5 (-)	5 (-)	10	7,18	22,91	6,8	2,0
11 (+)	5 (-)	16	7,12	23,6	2,0	0,7
5 (-)	11 (+)	16	7,16	23,9	6,8	0,7
11 (+)	11 (+)	22	7,12	24,9	2,0	0,2
8	8	16	7,14	23,5	3,6	0,6

Из приведенных в таблице результатов следует, что длина свободного хода и участок отпирания практически не влияют на скорость затворной рамы в конце работы двигателя.

Тогда основанием для назначения  $x_{с.х}$  и  $x_{отп}$ , является возможно меньшее давление в момент отпирания, что обеспечивает безопасную работу гильзы. Зависимости  $p_{с.х}f(x_{с.х})$ ,  $p_{отп}f(x_{отп})$  приведены на рис. 5, 6.

Наилучшим вариантом из представленных является 11-22, где  $p_{с.х} = 2,0$  МПа,  $p_{отп} = 0,2$  МПа, но он характеризуется увеличенной длиной отпирания  $x_{отп} = 11$  мм по сравнению с 8-16, где дав-

ления, соответственно, составляют  $p_{с.х} = 3,6$  МПа,  $p_{отп} = 0,6$  МПа.

Основанием для выбора одного варианта из названных, а именно  $x_{с.х} = 8$  мм и  $x_{отп} = 8$  мм, является длина участка отпирания, определяющая угол поворота затвора. При меньшей длине участка и сохранении угла наклона профиля на затворной раме и диаметра затвора, на котором расположен его ведущий выступ, уменьшается угол поворота затвора, обеспечивающий отпирание, что сокращает затраты энергии на отпирание. Иллюстрацией сказанного является рис. 7.

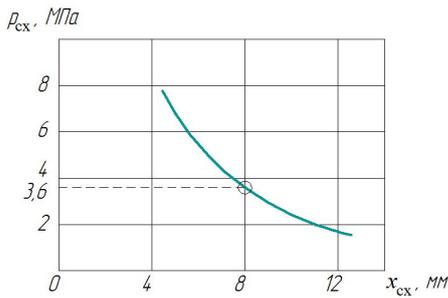
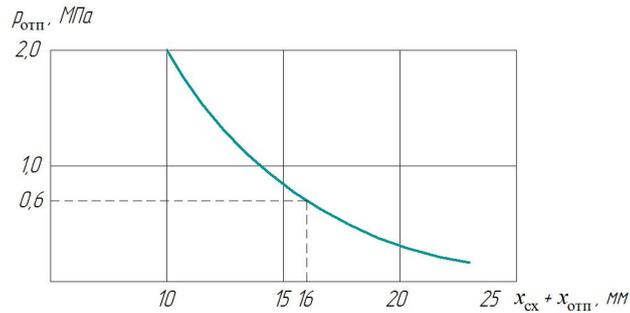
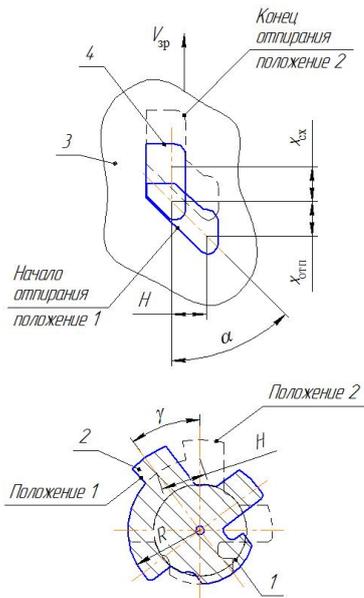
Рис. 5. Зависимость  $p_{с.х}f(x_{с.х})$ Рис. 6. Зависимость  $p_{отп}f(x_{с.х} + x_{отп})$ 

Рис. 7. Схема отпирания затвора на автомате АК-47: 1 – затвор; 2 – ведущий выступ затвора; 3 – затворная рама; 4 – профиль на затворной раме

При движении затворной рамы палец затвора перемещается из положения 1 в положение 2, поворачиваясь на угол  $\gamma$ , причем

$$\sin \frac{\gamma}{2} = \frac{H/2}{R} = \frac{x_{отп} \operatorname{tg} \alpha}{2R}.$$

В реализованном в автомате АК-47 варианте циклограммы  $x_{с.х} = 8$  мм,  $x_{отп} = 8$  мм угол поворота затвора при отпирании составляет  $37^\circ$  при давлении в стволе  $p_{отп} = 0,6$  МПа.

Соотношение масс затворной рамы и затвора  $M_{з.р}/M_z$  определяет потери скорости затворной рамы при отпирании затвора. В соответствии с циклограммой реализуется косой удар в начале отпирания и прямой – в конце отпирания, в итоге снижающие скорость затвора согласно значению коэффициента потери скорости:

$$a_{уд} = a_{уд1} a_{уд2}.$$

Для исследования влияния соотношения  $M_{з.р}/M_з$  на потерю скорости затворной рамы использована матрица планирования эксперимента  $2^2$ , учитывающая параметры автомата.

Исходные данные автомата АК-47:

$$M_з = 80,5 \text{ г};$$

$$M_{з.р} = 430 \text{ г};$$

$$M_{п.ч} = 510,5 \text{ г};$$

$$M_{з.р}/M_з = 430 / 80,5 = 5,34.$$

Реализуемый диапазон изменения масс затвора и затворной рамы в матрице планирования (табл. 3) составляет:

$$M_з = 100^{+20=120}_{-20=80},$$

$$M_{з.р} = 500^{+50=550}_{-50=450},$$

$$M_{з.р}/M_з = 500 / 100 = 5,0^{+4,58}_{-5,52}.$$

Таблица 3. Матрица планирования  $2^2$  для назначения масс подвижных частей

№	$x_1 = M_з$	$x_2 = M_{з.р}$
1	80 (-)	450 (-)
2	120 (+)	450 (-)
3	80 (-)	550 (+)
4	120 (+)	550 (+)

Численные значения коэффициентов ударов в соответствии с массами матрицы планирования приведены в табл. 4.

Таблица 4.  $a_{уд} = f(M_{з.р}/M_з)$

$M_{з.р}/M_з$ г	$a_{уд1}$	$a_{уд2}$	$a_{уд}$
$450/80 = 5,62$	0,87	0,92	0,80
$450/120 = 3,75$	0,83	0,88	0,73
$550/80 = 6,88$	0,90	0,93	0,84
$550/120 = 4,58$	0,86	0,90	0,77
$440/70 = 6,28$	0,89	0,93	0,83
$440/80 = 5,38$	0,88	0,90	0,79
$410/100 = 4,10$	0,84	0,89	0,75
$360/150 = 2,4$	0,77	0,83	0,64

Здесь же представлены результаты ударного взаимодействия затвора и затворной рамы автомата на основе АК-47 в зависимости от соотношения их масс (вторая часть табл. 4).

Численные значения коэффициентов ударов рассчитаны по зависимостям:

– для косога удара

$$a_{уд1} = 1 - \frac{1}{1 + \frac{m_1}{m_2} \frac{\eta}{i^2}},$$

где  $\bar{m}_1$  – замещающая масса набегающего звена,  $\bar{m}_1 = M_{з.р}$ ;  $\bar{m}_2$  – замещающая масса вращающегося затвора,

$$\bar{m}_2 = \frac{J_з}{\rho_з^2} = \frac{M_з r_з^2}{2\rho_з^2} \approx 0,5M_з;$$

$$\eta = \frac{1 - 2f_{тр} i}{i + 2f_{тр}} i;$$

– для прямого удара в конце отпирания

$$a_{уд2} = \frac{M_{з.р}}{M_{з.р} + 0,5M_з}.$$

Графическая зависимость  $a_{уд} = f(M_{з.р}/M_з)$  представлена на рис. 8.

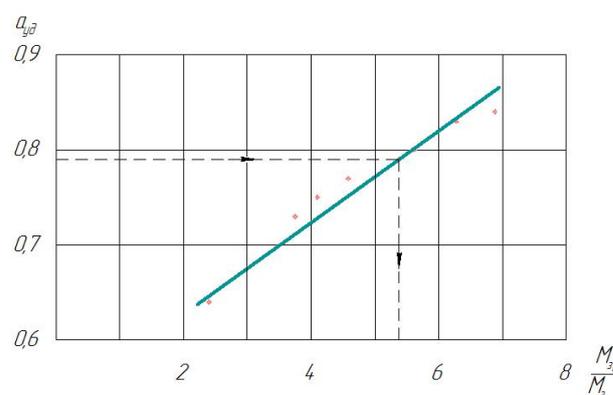


Рис. 8. Коэффициент потери скорости при отпирании затвора в зависимости от соотношения масс затворной рамы и затвора

Из рис. 8 следует уменьшение потерь при отпирании затвора в связи с увеличением отношения  $M_{з.р}/M_з$ , что требует увеличения  $M_{з.р}$  или уменьшения  $M_з$ . Первое должно приводить к уменьшению скорости в конце работы двигателя, второе – к нереальной массе затвора. Принятое в автомате соотношение  $M_{з.р}/M_з = 5,34$  определяет коэффициент потери скорости вследствие ударов  $a_{уд} = 0,79$ .

При соотношении  $M_{з.р}/M_з = 5,34$  и массе подвижных частей  $M_з + M_{з.р} = M_{п.ч}$  определяются  $M_з$  и  $M_{з.р}$  для каждого из значений  $M_{п.ч}$  из реального диапазона 400...600 г. Результаты приведены в табл. 5.

Таблица 5. Численное значение  $M_з, M_{з.р} = f(M_{п.ч})$

$M_{п.ч}$ , г	$M_{з.р}$ , г	$M_з$ , г
400	337	63
500	421	79
600	505,8	94,2

Целесообразно принять  $M_3 = 80$  г, тогда  $M_{3,р} = 430$  г, что и выполнено в автомате АК-47.

Определяющей рабочей характеристикой, обеспечивающей энергетическую надежность работы автоматики, является скорость подвижных частей в конце работы двигателя. Условием надежной работы автоматики является равенство кинетических энергий подвижных частей: требуемой  $[E]$  и сообщаемой затвору при выстреле  $E$ .

Требуемая энергия  $[E]$  определяется из условия невозможности перезаряжания при падении оружия с высоты, когда потенциальная энергия подвижных частей преобразуется в их кинетическую энергию.

Требуемая энергия для перезаряжания [5]:

$$[E] \geq k_1 k_2 k_3 M_{п.ч} g,$$

где  $k_1$  – коэффициент учета дополнительных работ,  $k_1 = 1,3$ ;  $k_2$  – коэффициент надежности работы автоматики, зависящий от запаса энергии подвижных частей в крайнем заднем положении,  $k_2 = 1-1,3$ ;  $k_3$  – размерный коэффициент, определяющий высоту падения оружия,  $k_3 = (1,5-1,6)$  м для автоматов и автоматических винтовок.

Возможная энергия подвижных частей в конце работы двигателя:

$$E = \frac{M_{п.ч} V_{п.ч}^2}{2}.$$

Равенство энергий:

$$\frac{M_{п.ч} V_{п.ч}^2}{2} = k_1 k_2 k_3 M_{п.ч} g$$

определяет диапазон необходимых скоростей для обеспечения надежной работы автоматики.

Требуемая скорость подвижных частей  $V_{п.ч} = \sqrt{2k_1 k_2 k_3 g}$  должна находиться в некотором диапазоне в зависимости от наложенных условий для конкретного класса ручного автоматического оружия.

Так, при использовании граничных значений коэффициентов для автоматов и автоматических винтовок скорости подвижных частей становятся равными:

$$[V_{п.ч}]_{\max} = \sqrt{2 \cdot 1,3 \cdot 1,3 \cdot 1,6 \cdot 9,8} = 7,28 \text{ м/с};$$

$$[V_{п.ч}]_{\min} = \sqrt{2 \cdot 1,3 \cdot 1 \cdot 1,5 \cdot 9,8} = 6,18 \text{ м/с}.$$

Последний вариант не предусматривает запаса энергии в крайнем заднем положении, поэтому реальный диапазон скоростей составляет

$$6,18 \text{ м/с} < [V_{п.ч}] \leq 7,28 \text{ м/с}.$$

Основными параметрами, определяющими конечную скорость двигателя при прочих исходных данных, являются:  $L_r$  – место расположения газоотводного отверстия относительно казенного среза ствола;  $d_0$ ,  $\varphi$  – диаметр газоотводного отверстия и угол входа в него.

Газоотводное отверстие должно обеспечивать запланированный расход газа из ствола в газовую камеру. Условием неизменности площади газоотводного отверстия при стрельбе, влияющей на расход, является исключение изменения его размеров в связи с загрязнением элементами несгоревшего пороха в районе отверстия.

Место расположения газоотводного отверстия относительно казенной части ствола  $L_r$  определяется на основании расчета ОЗВБ. Фрагмент из решения приведен в табл. 6.

Таблица 6.  $L_r = f(\psi)$

$l$ , мм	$L_r$ , мм	Относительная масса сгоревшего пороха, $\psi$
207,5	232,6	0,81
248,9	273,4	0,84
274,9	300,0	0,86
285	310,1	0,86

При  $L_r$  более 275 мм относительное количество сгоревшего пороха сохраняется неизменным при уменьшении импульса, подводимого к газовому двигателю, что и позволяет назначить  $L_r = 300-310$  мм. В автомате АК-47 расстояние от казенной части ствола до газоотводного отверстия составляет  $L_r = 300$  мм.

Энергетические возможности двигателя автоматики определяются также массой поступившего в газовую камеру газа, зависящей от диаметра газоотводного отверстия и угла входа газа в газопровод. Расчетная схема приведена на рис. 9.

Численные значения параметров  $d_0$ ,  $\varphi$  при сохранении прочих конструктивных параметров газового узла, масс движущихся элементов в соответствии с назначенной циклограммой выявляются при использовании полного факторного эксперимента  $2^2$ .

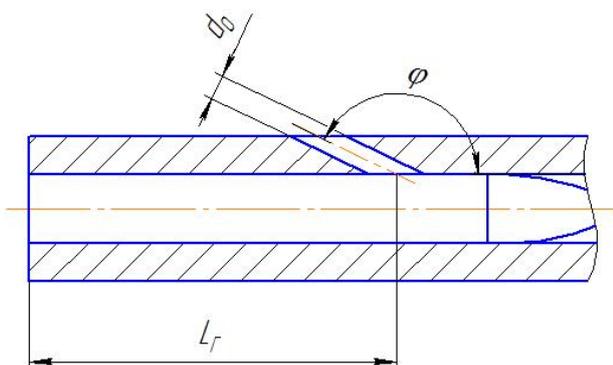


Рис. 9. Расчетная схема расположения  $d_0, \varphi$

Регрессионное уравнение, полученное по итогам выполненного машинного эксперимента, имеет вид

$$V_{\text{пк}} = 6,895 + 0,890 \frac{d_0}{3} - 0,735 \frac{\varphi}{90} + 0,12 \frac{d_0}{3} \frac{\varphi}{90}.$$

Результаты его использования для определения скорости поршня в конце работы двигателя при изменении диаметров газоотводных отверстий и углов входа в газопровод приведены в табл. 7 и показаны на рис. 10.

Таблица 7.  $V_{\text{пк}} = f(d_0, \varphi)$

$d_0, \text{мм}$	$\varphi, \text{град}$			
	20	60	100	160
2,2	7,40	7,11	6,83	6,40
2,8	7,59	7,31	7,03	6,62
3,2	7,71	7,44	7,17	6,76
3,8	7,89	7,63	7,38	6,99

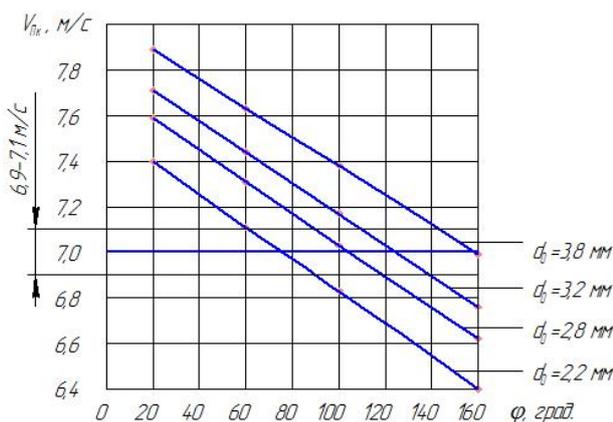


Рис. 10. Зависимость  $V_{\text{пк}} = f(d_0, \varphi)$

Полученная на основании рис. 10 графическая зависимость  $\varphi = f(d_0)$  для получения потребной скорости  $[V_{\text{пк}}] = 7,0 \text{ м/с}$  показана на рис. 11.

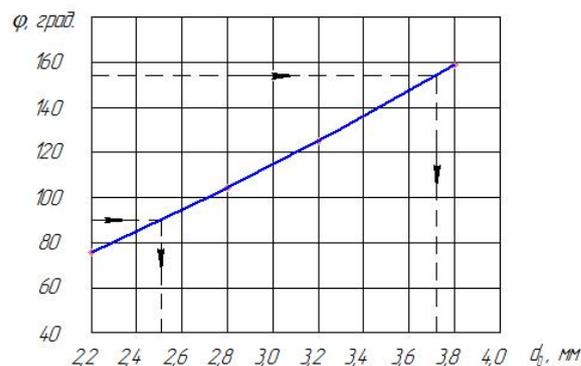


Рис. 11. Зависимость  $\varphi = f(d_0)$  для получения  $[V_{\text{пк}}] = 7,0 \text{ м/с}$

На графике рис. 11 объединены возможные сочетания параметров  $d_0, \varphi$ , обеспечивающие требуемую скорость в конце работы двигателя.

Так, при  $\varphi = 90^\circ d_0 = 2,5 \text{ мм}$ ;

$\varphi = 120^\circ d_0 = 3,1 \text{ мм}$ ;

$\varphi = 154^\circ d_0 = 3,72 \text{ мм}$ .

Из возможных вариантов в конструкции автомата АК-47 реализовано сочетание  $\varphi = 154^\circ, d_0 = 3,72 \text{ мм}$ , обусловленное технологическим процессом выполнения газоотводного отверстия.

### Выводы

1. На основе решения задач внутренней и внешней баллистики с использованием сведений из раневой баллистики обоснована существующая в автомате АК-47 длина ствола, обеспечивающая поражение цели на заданной техническим заданием дальности.

2. С использованием теории планирования численного эксперимента, расчета боковых газовых устройств, теории удара выполнено обоснование существующих в автомате циклограммы, масс подвижных частей и их соотношения, размеров газового тракта, обеспечивающих стабильность работы и минимальные потери при работе двигателя автоматики.

### Библиографические ссылки

1. Баллистика ракетного и ствольного оружия : учебник для вузов / под ред. А. А. Королева, В. А. Комочкова. Волгоград, 2010. 472 с.
2. Кулагин В. И., Черезов В. И. Газодинамика автоматического оружия. М. : Машиностроение ; ЦНИИ информации, 1985. 148 с.
3. Потапов Ю. П. Термогазодинамика автоматического оружия. М. : Машиностроение, 2009. 355 с.
4. Адлер Ю. П., Маркова Е. В., Грановский Ю. В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М. : Наука, 1976. 278 с.

5. Алексеев С. А., Драгунов М. Е., Черный В. Г. Проектирование пистолетов-пулеметов. М. : Информтехника, 2009. 200 с.

### References

1. Koroliov A. A., Komochkova V. A. (eds.). *Ballistika raketnogo i stvolnogo oruzhiya* [Ballistics of missile and barrel weapons]. Volgograd, 2010, 472 p. (in Russ.).

2. Kulagin V. I., Cherezov V. I. *Gazodinamika avtomaticheskogo oruzhiya* [Gas dynamics of automatic weapons]. Moscow, Mashinostroenie - CNII informacii Publ., 1985, 148 p. (in Russ.).

3. Potapov Iu. P. *Termogazadinamika avtomaticheskogo oruzhiya* [Thermogasdynamics automatic weapons]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 2009, 365 p. (in Russ.).

4. Adler Yu. P., Marcova E. V., Granovskii Yu. V. *Planirovanie eksperimenta pri poiske optimalnih uslovii* [Experiment planning in search of optimal conditions]. Moscow, Nauka Publ., 1976, 278 p. (in Russ.).

5. Alekseev S. A., Dragunov M. E., Chernii V. G. *Proektirovanie pistoletov-pulemetov* [Design of submachine guns]. Moscow, Informtehnika Publ., 2009, 200 p. (in Russ.).

### Justification of Assigned Technical Parameters of AK-47

L. A. Galagan, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU, Izhevsk, Russia  
R. Yu. Sakhratov, JSC "Techkrim", Izhevsk, Russia

*For more than 70 years, the Russian army has been armed with the AK-47 Kalashnikov assault rifle, which is called the standard of reliability achieved in the course of long-term life optimization. On the basis of the modern theory of calculation and design of weapons, based on the involvement of mathematical models of internal, external and wound ballistics, gas-dynamic theory of gas flow, the theory of impact, the planning of the numerical experiment, the absolute validity is proved for the basic technical parameters of the machine:*

- *the length of the barrel for hitting the target on a given technical task range;*
- *elements of the timeline in the work area of the engine automatics;*
- *mass of elements of moving parts and their relationship;*
- *the location of the vent hole;*
- *parameters of the gas unit, providing the unsurpassed quality of the machine.*

*The assigned length of the barrel is based on the unconditional defeat for the blank range of 400-600 m, as defined in technical specifications.*

*The choice of automation engine with the side exhaust of gases is justified, precluding a shot from a rolling barrel in the systems with the recoil of the barrel and increasing the efficiency of fire. The elements of the sequence in the work area of the automation engine found at the base of the planning of the numerical experiment from the conditions of the safe operation of casings and minimum loss of speed of movement of the bolt when the bolt is unlocked.*

*With the involvement of the planning of the experiment, taking into account the speed losses at the beginning and end of the gate unlocking, the mass of the gate frame and the gate, as well as their ratios, providing minimal losses due to strikes at the extreme points of the cycle, are found.*

*The parameters of the engine gas path are substantiated. The location of the gas outlet relative to the breech part of the trunk ensures that the diameter of the hole remains unchanged due to the achievement of the maximum relative amount of burnt gunpowder in this zone. The parameters of the gas path (the diameter of the gas outlet and the angle of entry into it) provide the required speed at the end of the engine, which follows from the results of the numerical experiment.*

**Keywords:** Kalashnikov AK-47, aggregation nodes, specifications, justification.

Получено 06.08.2018