

УДК 623.4.014

С. Г. Селетков, доктор технических наук, профессор  
ИжГТУ имени М. Т. Калашникова

## КРИТЕРИИ МОГУЩЕСТВА И МАНЕВРЕННОСТИ СТВОЛЬНЫХ СИСТЕМ

*В статье анализируются соотношения таких характеристик ствольных систем, как маневренность и могущество, дается обоснование применимости критериев, определяемых как коэффициент использования металла и коэффициент могущества, приводятся положения, обосновывающие применение устройств гашения импульса отдачи.*

**Ключевые слова:** маневренность, могущество ствольной системы, эффективность гашения импульса отдачи.

Маневренность, в понятие которой включаются такие параметры орудия, как подвижность ствольного комплекса, удобство транспортировки, быстрота развертывания и скорость переноса огня с одной цели на другую, является важнейшей характеристикой орудия и определяется в основном массой и габаритами образца. Уменьшая массу и габариты ствольного оружия, удастся повысить составляющие его стратегической, оперативной и тактической подвижности. Снижение массогабаритных характеристик уменьшает и стоимость образца. При этом уменьшение массы и габаритов предполагается без снижения основных характеристик могущества выстрела: начальной скорости и массы снаряда.

Орудия до начала XX столетия создавались по массе и габаритам в расчете на конную тягу, поэтому их масса и габариты, за исключением орудий, не предназначенных для перемещения, не превышала 1200 кг. Скорость перемещения по той же причине не превышала 12 км/ч. Отметим, что масса орудий как характеристика качества образца играет различную роль для различных видов ствольных систем. Большое значение масса орудий имеет для орудий сопровождения пехоты и противотанковых пушек, изменение позиций которых производится силами орудийного расчета и в меньшей степени для орудий, перемещающихся с помощью механизированной тяги. Отметим, что с появлением механизированной тяги масса орудий, габариты и скорость транспортировки возросли, но при этом возросла и их огневая мощность.

Одной из характеристик совершенства ствольных систем является коэффициент использования металла:

$$\eta_Q = \frac{E_0}{Q_6}, \quad (1)$$

где  $E_0$  – начальная кинетическая энергия снаряда;  $Q_6$  – масса орудия.

На примере хорошо известных артиллерийских систем, поступавших на вооружение Советской армии до 1946 года, В. Борисевичем был сделан вывод о том, что коэффициент использования металла может служить оценкой эффективности конструктивных решений, обеспечивающих заданные тактико-технические характеристики, то есть быть, своего рода, критерием, оценивающим темп развития ствольных систем.

Однако более поздние исследования показывают, что коэффициент  $\eta_Q$  может быть использован в качестве критерия оценки совершенства лишь при сравнении конкурирующих образцов, но не может быть определяющим критерием. Поскольку, к примеру, снабжение орудия механизмом автоматического перезаряжания ведет к ощутимому увеличению массы образца, а значит, уменьшению  $\eta_Q$ , но увеличение скорострельности в 2-3 раза оставляет предпочтение за образцом с автоматическим перезаряжением. К уменьшению  $\eta_Q$  ведет и увеличение бронезащищенности орудия, а также снабжение его двигателем автономного передвижения. Наблюдаемое при этом увеличение массы орудия не говорит о снижении его качества. В то же время повышение бронезащищенности орудия и его маневренности за счет собственного двигателя является одной из основных тенденций совершенствования артиллерийской техники.

Определить количественно повышение качества артиллерийского орудия за счет увеличения скорострельности позволяет коэффициент удельной мощности орудия в виде:

$$\eta_N = \frac{E_0 \cdot \lambda}{Q_6}. \quad (2)$$

В формуле (2) величина  $\lambda$  – скорострельность, определяемая количеством выстрелов в секунду. Коэффициент  $\eta_N$  определяет мощность орудия на единицу его собственной массы в боевом положении.

Количественная оценка повышения маневренности орудия за счет использования автономного двигателя может быть представлена также с помощью коэффициента удельной мощности в виде:

$$\eta_N = \frac{1}{Q_6} (E_0 \cdot \lambda + N_D), \quad (3)$$

где  $N_D$  – мощность двигателя, используемого для автономного перемещения ствольной системы. В частности, приведенный критерий может использоваться для оценки совершенства конкурирующих самоходных орудий.

Данные об изменении значений  $\eta_Q$  и  $\eta_N$  (рис. 1) позволяют сделать вывод, что коэффициент  $\eta_Q$  использования металла даже при модификации одного и того же орудия не имеет устойчивой тенденции

к росту. Более стабилен коэффициент  $\eta_N$  удельной мощности. Это позволяет с более полным основанием включить его в систему критериев, характеризующих качество ствольного оружия.

Для анализа маневренных качеств артиллерийских систем полезны зависимости, определяющие

массу орудия в функции от дульной кинетической энергии снаряда и величины энергии или импульса отдачи. В этом случае появляется возможность установить, насколько повышение или уменьшение дульной энергии снаряда ведет, соответственно, к увеличению или уменьшению массы орудия.

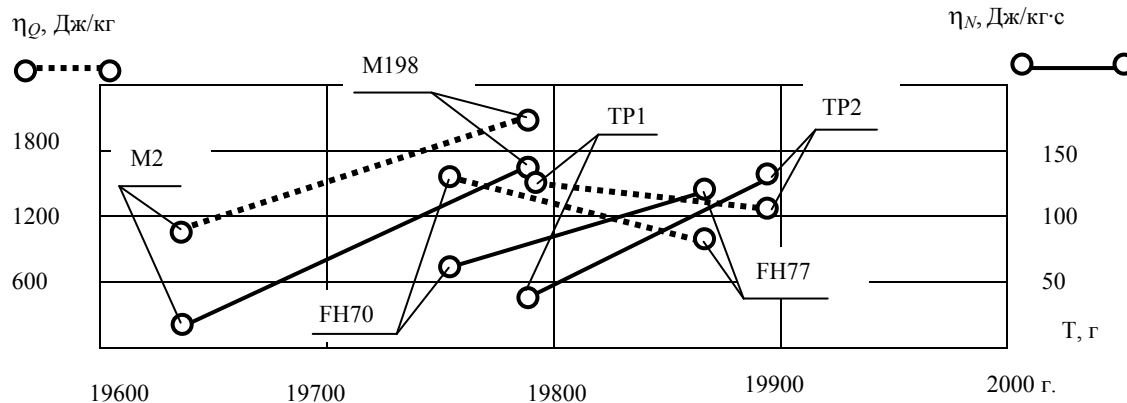


Рис. 1. Изменение  $\eta_Q, \eta_N$  при модификации 155 мм буксируемых артиллерийских орудий

В частности, известна зависимость А. А. Толочкова [1]:

$$Q_6 = \frac{qV_d(1 + \alpha c)}{\varepsilon V_m}, \quad (4)$$

где  $\varepsilon, V_m$  – коэффициент распределения масс и максимальная скорость отката. В формулу (4) также входят основные баллистические данные орудия:  $q, V_d, C = \beta\omega/q$  и  $\alpha$  – импульсно-конструктивная характеристика дульного тормоза.

Известна формула Н. И. Гордиенко в виде:

$$Q_6 = \frac{Q_0 \cdot l_{от} \cdot h \cdot L \cdot V_m \cdot \sqrt{1 - \Delta E}}{0,135 \cdot D_0^2 \cdot V_m \cdot H_m}, \quad (5)$$

которая включает ряд конструктивных параметров орудия классической схемы:  $l_{от}$  – длина откаты;  $Q_0$  – масса откатных частей;  $V_m$  – максимальная скорость торможеного отката и ряд других параметров.

Может быть полезной для предварительной оценки массы орудия зависимость, полученная по результатам анализа статистических данных:

$$Q_6 = 2Q_{с.з} + 50i, \quad (6)$$

где  $Q_{с.з}$  – масса ствола орудия с затвором;  $i = q(1 + C)\sqrt{1 - \Delta E}$  – массоэнергетическая характеристика орудия. Доверительный интервал для оценки точности формулы (6) составляет значение 10 % с надежностью 0,95.

Приведенные зависимости, полученные различными авторами, показывают, что масса орудия пропорциональна, в частности, величине  $\sqrt{1 - \Delta E}$ , то есть корню квадратному от доли непогашенной энергии отдачи. Более точную зависимость между величиной уменьшения массы орудия в результате прироста энергетической эффективности  $\Delta(\Delta E)$

дульного тормоза можно получить, используя формулу (6) после ее дифференцирования по аргументу  $\Delta E$ . Приращение  $\Delta Q_6$  в функции от  $\Delta E$  примет вид:

$$\Delta Q_6 = - \frac{25q(1 + c) \cdot \Delta(\Delta E)}{\sqrt{1 - \Delta E}}. \quad (7)$$

Из полученной формулы (7) также следует, что сила влияния прироста энергетической эффективности  $\Delta(\Delta E)$  на изменение массы орудия различна при различных значениях  $\Delta E$ , причем оно возрастает с увеличением эффективности дульного тормоза. При эффективности тормоза  $\Delta E = 75\%$  между  $\Delta Q_6$  и  $\Delta(\Delta E)$  устанавливается пропорциональная зависимость, а при дальнейшем увеличении эффективности дульного тормоза на каждый процент увеличения  $\Delta E$  может быть достигнуто уменьшение массы орудия более чем на один процент. Таким образом, используя зависимость (7), можно установить диапазоны эффективности использования устройств гашения импульса отдачи. Так, при  $\Delta E < 75\%$  и дальнейшем увеличении дульного импульса снаряда значение массы  $Q_6$  орудия не удастся сохранить только с помощью дульных устройств гашения отдачи, напротив при значениях эффективности тормоза в диапазоне  $75\% \leq \Delta E < 100\%$  сохранение  $Q_6$  с помощью устройств гашения импульса отдачи достаточно эффективно.

В заключение отметим, что в настоящее время способов гашения импульса отдачи разработано и используется достаточно много. Сюда входят способы прямого и косвенного воздействия на отдачу, действующие в различные периоды единого процесса решения боевой задачи с использованием обычных вооружений: от момента зажигания порохового заряда до непосредственного поражения мишени. Однако технология отбора того или иного способа гашения отдачи с использованием алгоритмов сис-

темного проектирования и количественных моделей принятия решений еще требует своей разработки, в частности, при выполнении диссертационных исследований, с методологией можно познакомиться в том числе и в работах автора [2, 3].

#### Библиографические ссылки

1. Толочков А. А. Способы приближенного определения веса полевых артиллерийских орудий при проектировании // Труды МВТУ им. Н. Э. Баумана. – 1945. – Вып. 1.
2. Селетков С. Г. Морфология диссертации // Вестник ЛГУ им. А. С. Пушкина. – Т. 2. Философия. – 2012. – № 2. – С. 195–205.
3. Селетков С. Г. Типы результатов в научно-квалификационной работе – диссертации // Актуальные проблемы психологии и педагогики : сб. статей МНПК (30 июля 2014 г., г. Уфа). – Уфа : Аэтерна, 2014. – С. 53–55.

\*\*\*

*Seletkov S. G.*, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov ISTU

#### The criteria for power and agility of barrel systems

*The author examines in the article the relation of such characteristics of barrel systems as agility and power. Justification is given for applicability of the criteria, defined as the ratio of metal use and power factor. Statements grounding the use of the devices for damping the recoil impulse are presented.*

**Keywords:** agility, power of the barrel system, efficiency of damping the recoil impulse.

Получено: 09.03.16