

УДК 351.82

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

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПОПАДАНИЯ В ХАРАКТЕРНЫЕ ЦЕЛИ ПРИ СТРЕЛЬБЕ ИЗ АВТОМАТА

Общевойсковой автомат – индивидуальное стрелковое оружие, предназначенное в первую очередь для поражения одиночных живых целей. Основным критерием боевой эффективности общевойскового автомата является вероятность поражения цели. При стрельбе по живым целям, не оснащенным средствами индивидуальной бронезащиты, поражение практически достигается при одном попадании, то есть вероятность поражения определяется вероятностью попадания (ВП) [1].

Одним из способов повышения ВП является увеличение меткости стрельбы одиночными выстрелами. При этом значительное увеличение меткости ограничено уровнем подготовки стрелков.

Другим способом повышения ВП является стрельба очередями. Повышение ВП при этом достигается за счет:

- большего числа произведенных выстрелов, т. е. повышения боевой скорострельности;
- компенсации ошибок стрельбы рассеиванием выстрелов очереди.

Для получения максимальной ВП характеристики рассеивания для стрельбы очередями должны иметь определенные оптимальные величины. Эти величины зависят от величины ошибок стрельбы, формы, площади и дистанции до цели.

При определении ВП и оптимального рассеивания по рекомендованным методикам [2] рассеивание отдельных выстрелов в очереди не учитывается, а заменяется функцией распределения случайной величины с нормальным законом распределения. Однако при стрельбе короткими очередями рассеивание выстрелов крайне редко подчиняется нормальному закону распределения, а ВП, вычисленная исходя из этого допущения, может быть определена с существенной погрешностью.

Исходя из вышесказанного авторами были поставлены следующие цели исследования:

- определить величину оптимального рассеивания выстрелов в очереди при стрельбе из АК-74М из условия максимизации ВП одной (первой) очереди в типовые цели (мишени № 4, 8) для наибольших (необученный стрелок, неустойчивое положение) и наименьших (опытный стрелок, устойчивое положение) ошибок стрельбы на характерных дальностях ведения стрельбы (100, 200, 400, 600 м);

– проверить гипотезу о влиянии взаиморасположения средней точки попадания (СТП) каждого выстрела очереди на вероятность поражения очередью.

Для упрощения расчетов и сокращения времени их проведения срединные ошибки первого выстрела очереди в схеме двух групп ошибок стрельбы определялись при следующих допущениях.

1. Ошибки технической подготовки оружия, ошибки определения температуры воздуха и ошибки, обусловленные скоростью цели в продольном направлении, имеют малое значение.
2. Боковое движение целей происходит с постоянной (2 м/с) скоростью.
3. Срединное отклонение отдельных выстрелов очереди в боковом направлении (Bb_i) и по высоте (Bv_i) принимается средним (эквивалентным):

$$B_i(\varnothing) = \frac{Bb_i + Bv_i}{2}.$$

4. Наибольшие и наименьшие ошибки стрельбы рассчитываются согласно методике [3] и величинам из [4].

5. Характерная цель задается массивом точек с известными координатами и цветом (растровое изображение), размеры и форма цели согласно [5].

С учетом вышесказанного суммарные ошибки первого выстрела очереди в боковом направлении и по высоте определяются как

$$EZ1 = \sqrt{EwZ^2 + EvZ^2 + EnZ^2 + B1(\varnothing)^2};$$

$$EY1 = \sqrt{EokY^2 + ExY^2 + EnY^2 + B1(\varnothing)^2},$$

где EwZ – ошибка определения скорости ветра в боковом направлении; EvZ – ошибка определения скорости цели при ее движении в боковом направлении; $EokY$ – ошибка округления прицела; ExY – ошибка определения дальности до цели; EnZ и EnY – ошибка наводки оружия на цель в боковом и вертикальном направлении.

Вероятность попадания определяется следующим образом.

1. Согласно вычисленным значениям суммарных ошибок стрельбы 1-го выстрела производится его генерация случайным образом по нормальному закону распределения с математическим ожиданием в центре

мишени и срединными отклонениями $EZ1$, $EY1$. Координаты СТП выстрелов очереди определяются радиус-вектором r_i и углом a_i , а СТП 2 и 3 выстрелов, а также срединные отклонения этих выстрелов задаются вручную относительно точки попадания первого выстрела. Также производится генерация случайным образом точек попадания 2 и 3 выстрелов по нормальному закону на картинной плоскости мишени (рис. 1).

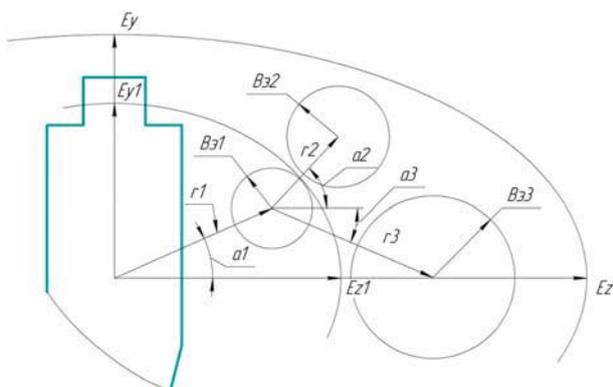


Рис. 1. Расчетная схема: r_1, r_2, r_3 – радиус-векторы, описывающие положение точек попадания относительно точки прицеливания; a_1, a_2, a_3 – углы наклона радиус-векторов; $B_{з1}, B_{з2}, B_{з3}$ – эквивалентные срединные отклонения выстрелов очереди; E_{y1}, E_{z1} – суммарные ошибки первых выстрелов очереди; E_y, E_z – суммарные ошибки стрельбы

2. Производится масштабирование координат точек попадания согласно изображению мишени.

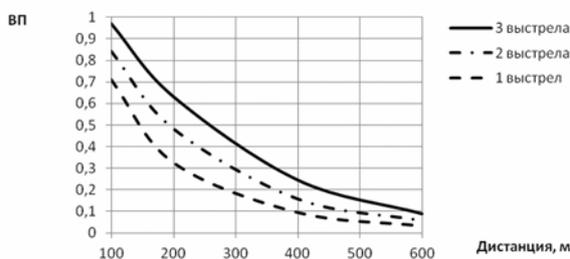


Рис. 2. Вероятность поражения, мишень № 8, неопытный стрелок, стоя, с руки

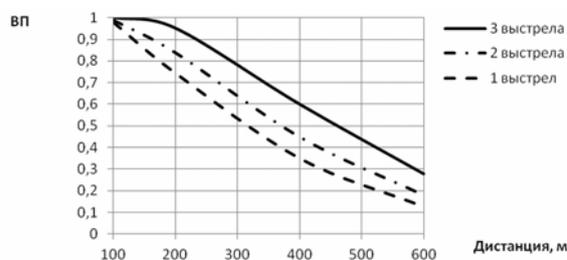


Рис. 4. Вероятность поражения, мишень № 8, опытный стрелок, лежа, с упора

3. Производится проверка совпадения координат точек попадания с координатами точек, принадлежащих мишени.

Для получения достоверного значения ВП данная процедура производится большое (> 20000) количество раз, затем количество очередей, в которых точка попадания находится в пределах цели, делится на общее количество случаев. ВП при этом является случайной величиной с дисперсией порядка 2-3 % от измеряемой величины.

Проверка гипотезы о влиянии взаиморасположения СТП отдельных выстрелов производится путем перебора значений координат Y и Z СТП 2 и 3 выстрелов, а также их срединной ошибки.

Перед расчетом очереди в 3 выстрела производится расчет для очереди в 2 выстрела с целью проверки гипотезы о влиянии взаиморасположения СТП каждого выстрела очереди на вероятность поражения очередью и предварительного определения диапазонов вычислений.

Оценка погрешности метода производилась путем сравнения полученных результатов с результатами, полученными по методикам, предложенным в работе [6], а также в соответствии с таблицами стрельбы [7].

На рис. 2, 4, 6, 8 представлены полученные зависимости максимальной вероятности поражения от длины очереди, дистанции, позиции для стрельбы и квалификации стрелка. Зависимости оптимальных величин длины радиус-вектора и срединных ошибок 2 и 3 выстрелов очереди представлены на рис. 3, 5, 7, 9.

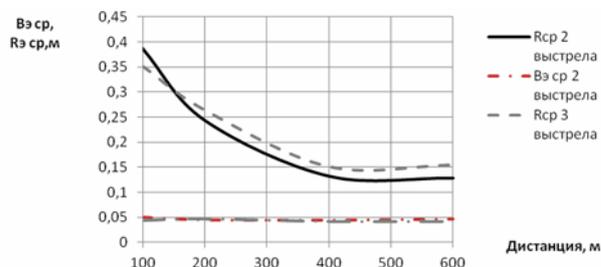


Рис. 3. Средние значение оптимальной длины радиус-вектора и срединных ошибок 2 и 3 выстрелов очереди, мишень № 8, неопытный стрелок, стоя, с руки

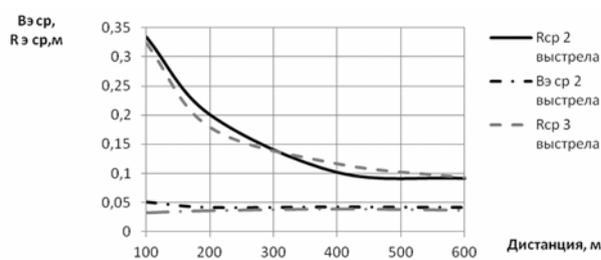


Рис. 5. Средние значение оптимальной длины радиус-вектора и срединных ошибок 2 и 3 выстрелов очереди, мишень № 8, опытный стрелок, лежа, с упора

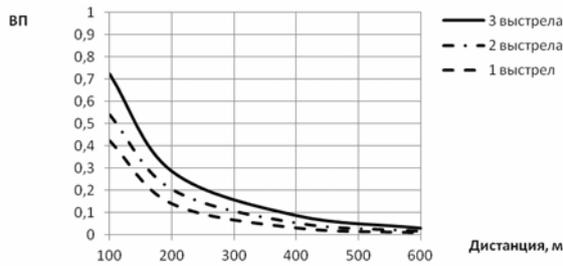


Рис. 6. Вероятность поражения, мишень № 4, неопытный стрелок, стоя, с руки

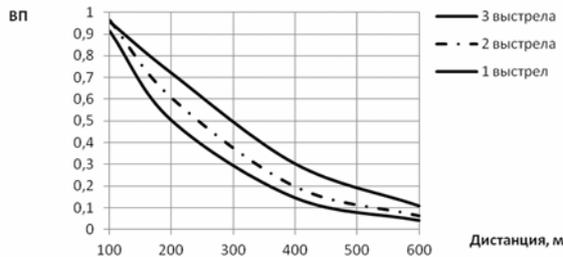


Рис. 8. Вероятность поражения, мишень № 4, опытный стрелок, лежа, с упора

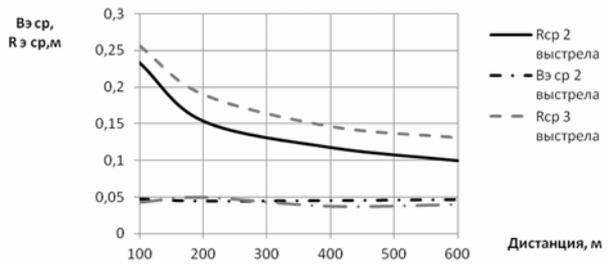


Рис. 7. Средние значения оптимальной длины радиус-вектора и средних ошибок 2 и 3 выстрелов очереди, мишень № 8, неопытный стрелок, стоя, с руки

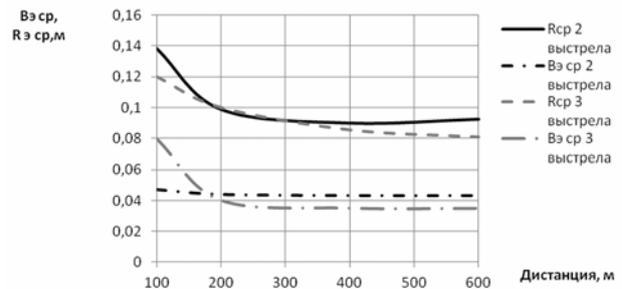


Рис. 9. Средние значения оптимальной длины радиус-вектора и средних ошибок 2 и 3 выстрелов очереди, мишень № 8, опытный стрелок, лежа, с упора

Исходя из анализа результатов расчетов, можно сделать следующие выводы.

1. Оптимальные характеристики рассеивания при стрельбе короткими очередями зависят от дистанции стрельбы:

- на дистанциях до 300-400 м необходимо определенное рассеивание выстрелов очереди для компенсации ошибок стрельбы;

- на дистанциях более 400 м увеличение вероятности попадания может быть достигнуто повышением кучности стрельбы короткими очередями, так как величина суммарной ошибки стрельбы не позволяет эффективно ее компенсировать рассеиванием, однако при этом выстрелы очереди все равно должны иметь определенное взаиморасположение.

2. Оценку эффективности стрельбы очередями целесообразно производить с учетом рассеивания отдельных выстрелов очереди, замена реальных характеристик функцией случайной величины с нормальным распределением для стрельбы короткими очередями может привести к ошибке в определении ВП.

Таким образом, характеристики рассеивания при стрельбе короткими очередями, достигнутые на современном этапе в АК 74М, на дистанциях до 200 м практически оптимальны. Однако повышения вероятности попадания можно добиться при соблюдении следующих рекомендаций:

- целесообразно рассеивать выстрелы очереди в направлении наибольших суммарных ошибок стрельбы и (или) наименьшего габаритного размера цели;

- выстрелы очереди необходимо рассеивать симметрично относительно точки прицеливания, по-

этому стрельба очередями в три выстрела существенно более эффективна стрельбы очередями в два выстрела.

Технические решения, позволяющие повысить вероятность попадания на дистанциях 400-600 м (например, применение лафетных, многоствольных схем), приводят к утяжелению и усложнению образцов, что отрицательно сказывается на других характеристиках эффективности стрелкового оружия. При этом отметим, что чрезмерное увеличение кучности стрельбы очередями может существенно снизить ВП на дистанциях до 200 м из-за невозможности эффективной компенсации ошибок прицеливания рассеиванием выстрелов очереди. Стоит также учитывать, что совершенствование средств индивидуальной бронезащиты скорее всего приведет к необходимости увеличения импульса боеприпаса, что уменьшит эффективность стрельбы короткими очередями. Незначительное повышение кучности стрельбы, обеспечиваемое, например, применением сбалансированной автоматики или полужестким запирающим ствола, практически не оказывает влияния на вероятность поражения характерных целей.

Наиболее целесообразным способом стрельбы из общевойскового автомата на дистанциях 400-600 м является стрельба одиночными выстрелами, следовательно, необходимо добиваться увеличения ее меткости. При этом повышается значимость уровня профессиональной подготовки военнослужащего, технического рассеивания комплекса оружие-боеприпас, наличия качественных прицельных приспособлений и др.

Библиографические ссылки

1. Шерешевский М. С., Гонтарев А. Н., Минаев Ю. В. Эффективность стрельбы из автоматического оружия. – М. : ЦНИИ информации, 1979. – 328 с.

2. Там же.

3. Там же.

4. Таблицы стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибров 5,45 и 7,62 мм ТС/ГРАУ № 61. – М. : Воениздат, 1977. – 265 с.

5. Там же.

6. Шерешевский М. С., Гонтарев А. Н., Минаев Ю. В. Указ. соч.

7. Таблицы стрельбы по наземным целям из стрелкового оружия калибров 5,45 и 7,62 мм ТС/ГРАУ № 61.

Получено 03.04.15

УДК 621.914.6

В. А. Иванов, доктор технических наук, профессор, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

В. К. Первозников, кандидат технических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет

ПРОФИЛИРОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ВИНТОВЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА БЛОКИРУЮЩИХ ЛИНИЙ

Одной из наиболее сложных и трудоемких задач инструментального производства является профилирование инструментов для обработки винтовых поверхностей, работающих по методу бесцентроидного огибания. Особенностью профилирования инструментов в этом случае является несоответствие профиля обрабатываемой винтовой поверхности профилю инструмента в любом сечении, сложность решения задач по оптимизации параметров установки.

Существующие методы профилирования инструмента, как графические, так и в сочетании с аналитическими расчетами некоторых факторов преимущественно вспомогательного характера, являются довольно громоздкими и имеют невысокую точность, не всегда поддаются полной автоматизации, что серьезно сказывается на качестве и себестоимости продукции. Во многих методах задачи профилирования решаются без учета условий формообразования [1, 2, 3].

Поэтому в настоящее время разработка эффективных методов профилирования, обеспечивающих качественное решение вопросов проектирования инструментов, обрабатывающих винтовые поверхности, на современном техническом уровне, является актуальной научно-технической проблемой.

Постановка задачи

Существующие методы профилирования при решении инструментальной (прямой) задачи нахождения параметров профилирующего режущего инструмента в зависимости от параметров профилируемой винтовой поверхности не позволяют решать вопросы комплексного профилирования инструментов с произвольными геометрическими параметрами, с учетом изменения формы режущих кромок, оценкой погрешности формы производящей поверхности

и профиля обрабатываемых деталей, оптимизацией параметров установки.

Предлагаемый метод профилирования позволяет расширить технологические возможности процедуры профилирования при формообразовании винтовых поверхностей на основе метода блокирующих линий, позволяет учитывать условия правильного касания поверхностей и определять формы режущих кромок инструмента с любым профилем и значением переднего угла.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи.

1. Определение исходной производящей поверхности дискового инструмента.

2. Определение формы режущей кромки инструмента.

3. Расширение возможностей метода профилирования за счет решения задач по оптимизации параметров установки инструмента на основе блокирующих линий.

Определение исходной производящей поверхности инструмента

Производящая поверхность нового дискового инструмента называется исходной (ИПП). У переточенного инструмента диаметр производящей поверхности уменьшается. Поэтому и форма РК переточенного затылованного инструмента должна измениться.

Для определения ИПП необходимо знать уравнения винтовой поверхности, заданной в системе координат x_0, y_0, z_0 дискового инструмента, которые определяются (рис. 1):

– через параметры заданной винтовой поверхности: r, δ – полярные координаты торцового профиля; ξ – торцовый угол профиля в текущей точке (между