

УПРАВЛЕНИЕ ПОДРЫВОМ СНАРЯДОВ С ДИСТАНЦИОННО-КОНТАКТНЫМ ВЗРЫВАТЕЛЕМ

П.М. Губский

Аннотация

Рассматривается задача формирования управления подрывом снарядов, оснащённых управляемым дистанционно-контактным взрывателем при стрельбе очередью из авиационной пушки. Приведено решение этой задачи, состоящее в определении оптимального положения точек подрыва, при стрельбе с вертолета по цели типа ПТРК «MILAN» осколочно-фугасными зажигательными и многоэлементными снарядами с осевым метанием готовых поражающих элементов. Управление положением точек подрыва осуществляется за счёт выбора ориентации пушечной установки и времени срабатывания взрывателя каждого снаряда очереди.

Ключевые слова

дистанционный подрыв; положение точек подрыва; эффективность; оптимизация

Введение

Исследования, проведённые в РФ и за рубежом, показывают, что малокалиберные артиллерийские комплексы (МАК), реализующие воздушный подрыв снарядов в выбранной относительно цели области, многократно превосходят по эффективности штатные МАК с выстрелами контактного действия. Это связано со снижением влияния при воздушном подрыве микрорельефа местности и других преград, экранирующих цель, а также отсутствием заглупления или рикошетирования снарядов [1, 2].

Воздушный подрыв может быть обеспечен за счет использования управляемого дистанционно-контактного взрывателя (УДКВ) и выбора ориентации пушечной установки (ПУ).

Применение УДКВ позволяет управлять временем подрыва каждого снаряда в очереди, снизить рассеивание по дальности при настильной стрельбе (по сравнению с

контактным подрывом) и, в случае необходимости, ввести искусственное рассеивание для парирования ошибок по дальности.

Постановка задачи

Рассматривается стрельба многоэлементными снарядами (МЭС) с осевым метанием готовых поражающих элементов (ГПЭ) или осколочно-фугасными зажигательными снарядами (ОФЗС) с УДКВ из 30 мм пушечного комплекса, размещенного на вертолёте, по цели типа ПТРК «MILAN». Вертолёт движется на цель по прямой на высоте $H = 100$ м с боковым параметром $B = 0$ м и скоростью $V = 50$ м/с. Стрельба открывается по достижении дистанции до цели D .

Критерий эффективности стрельбы – вероятность поражения цели одной очередью p . Длина очереди $N = 10$ выстрелов. Критерий p следует максимизировать.

При решении задачи стрельбы по указанному критерию оптимизируются:

1) ориентация ПУ за счет выбора поправки Δh , задающей высоту траектории снаряда над целью;

2) время подрыва i -го снаряда в очереди t_i за счёт выбора:

– поправки Δl , задающей смещение вдоль траектории средней точки области подрывов относительно точки E , расположенной на высоте Δh над целью;

– шага искусственного рассеивания точек подрыва s вдоль траектории относительно средней точки области подрывов.

Время t_i определяется соотношением

$$t_i = t_E + \frac{1}{V_E} \cdot \left(\left(i - \frac{N+1}{2} \right) \cdot s - \Delta l \right), i = \overline{1, N}, \quad (1)$$

где t_E – время полета снаряда в точку E ; V_E – скорость снаряда в точке E .

При расчётах использована схема двух групп ошибок, при этом ошибки считаются центрированными.

Индивидуальные средние квадратические отклонения (СКО) по горизонтальному σ_r^H и вертикальному σ_b^H каналам приняты постоянными, $\sigma_r^H = \sigma_b^H = \sigma^H = 1,5$ тыс.д. Суммарные СКО по указанным каналам σ_r и σ_b варьировались в пределах от 2 до 8 тыс.д., при этом $\sigma_r = \sigma_b = \sigma$.

Отношение индивидуального СКО времени подрыва σ_t^H к полётному времени снаряда $t_{п}$ принято постоянным, $\sigma_t^H / t_{п} = 0,008$. Отношение суммарного СКО времени подрыва к полётному времени $k_t = \sigma_t / t_{п}$ изменялось в пределах от 0,01 до 0,02.

Корреляция между вертикальным, горизонтальным каналами и временем подрыва незначительна и при расчетах не учитывалась.

Расчёты проведены при помощи имитационной модели, обеспечивающей моделирование решения задачи прицеливания [3], движения носителя, полёта снарядов, движения поражающих элементов после подрыва и их действия по цели. Кроме того, учитывалось экранирование цели микрорельефом местности, который моделировался как случайное поле с заданной корреляционной функцией.

Характеристики ОФЗС – см. боеприпасы к отечественной пушке 2А42 [4]. МЭС аналогичен ОФЗС по баллистическим характеристикам, суммарная масса ГПЭ в составе МЭС принята равной 200 г (аналогично боеприпасу 30×173 мм *PMC 308* разработки *Oerlikon Contraves* [4]). Рассмотрены варианты МЭС с массой одного ГПЭ $m_{ГПЭ}$ 1 г и 2 г.

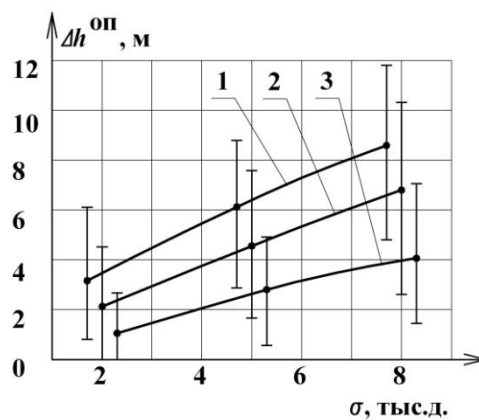
Результаты расчётов

На рис. 1-3 представлены результаты расчётов для ОФЗС, на рис. 4-5 – для МЭС.

При стрельбе ОФЗС оптимальное значение поправки $\Delta l \approx 0$, поэтому в данном случае оптимизируются только Δh и s , а $\Delta l = 0$.

На рис. 1 представлены зависимости оптимального значения Δh (обозначение – $\Delta h^{оп}$) от σ при различных D и диапазоны рациональных значений Δh (обозначение – $\Delta h^{рац}$), при которых критерий p составляет не менее 90 % от экстремального уровня. Параметр k_t незначительно влияет на оптимальное значение Δh , поэтому на рис. 1, 2 приведены результаты только при $k_t = 0,015$.

Как следует из рис. 1 диапазоны рациональных значений Δh при фиксированном D перекрываются, что позволяет выбрать рациональное значение Δh в виде линейной функции от дистанции стрельбы (см. рис. 2).



1 – $D = 1500$ м; 2 – $D = 1000$ м; 3 – $D = 500$ м

Рис. 1

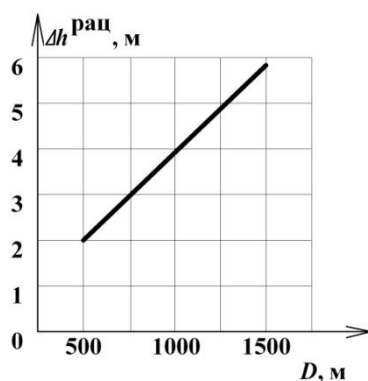


Рис. 2

На рис. 3 представлена зависимость оптимального значения s (обозначение – $s^{\text{оп}}$) от k_t и диапазоны рациональных значений s , при которых критерий p составляет не менее 90 % от экстремального уровня. СКО σ незначительно влияет на оптимальное значение s , поэтому на рис. 3 приведены результаты только при $\sigma = 5$ тыс.д. Поправка Δh равна оптимальному значению (рис. 1).

Из рис. 3 следует, что диапазоны рациональных значений s перекрываются, что позволяет принять постоянное рациональное значение $s = 1,5$ м.

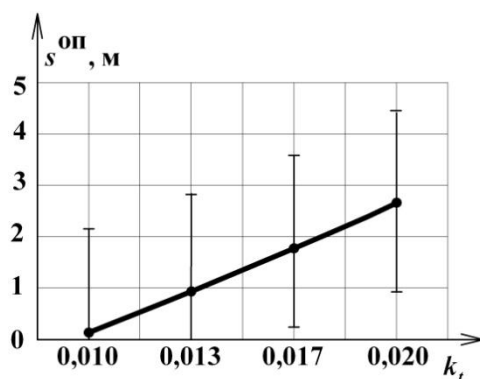


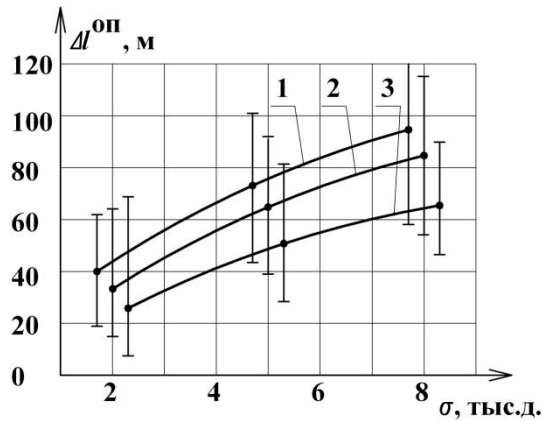
Рис. 3

При стрельбе МЭС оптимальное значение поправки $\Delta h \approx 0$, поэтому оптимизируются только Δl и s , а $\Delta h = 0$.

На рис. 4 и 5 представлены зависимости оптимального значения Δl (обозначение – $\Delta l^{\text{оп}}$) от σ при различных D . На рис. 4 приведены результаты при $m_{\text{ГПЭ}} = 1$ г и на рис. 5 – при $m_{\text{ГПЭ}} = 2$ г. Также на рис. 4 и 5 указаны диапазоны рациональных значений Δl , при которых критерий p составляет не менее 90 % от экстремального уровня. Параметр k_t незначительно влияет на оптимальное значение Δl , поэтому на рис. 4, 5 приведены результаты только при $k_t = 0,015$.

Как следует из рис. 4 и 5 диапазоны рациональных значений Δl перекрываются при фиксированной величине массы одного ГПЭ, что позволяет выбирать рациональные

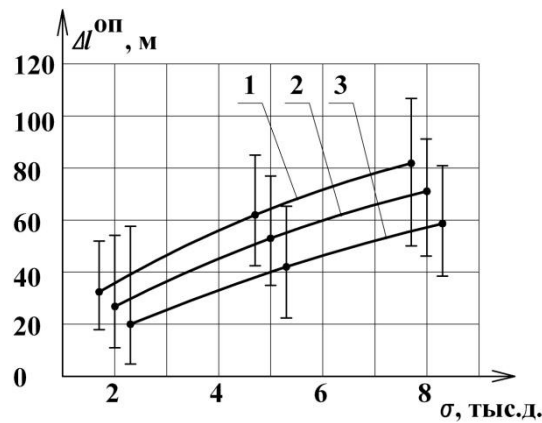
значения Δl в зависимости только от $m_{ГПЭ}$. При $m_{ГПЭ} = 1$ г рациональное значение Δl составляет 60 м, при $m_{ГПЭ} = 2$ г – 50 м.



1 – $D = 1500$ м; 2 – $D = 1000$ м; 3 – $D = 500$ м

$m_{ГПЭ} = 1$ г

Рис. 4



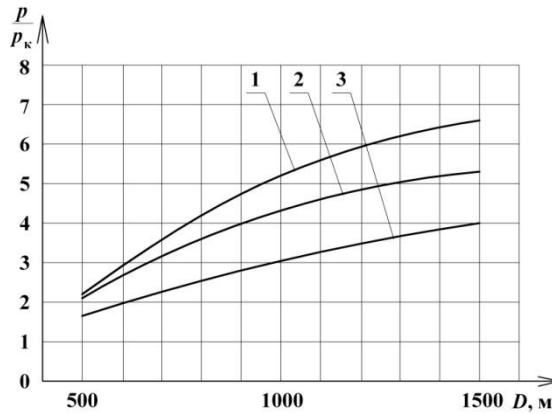
1 – $D = 1500$ м; 2 – $D = 1000$ м; 3 – $D = 500$ м

$m_{ГПЭ} = 2$ г

Рис. 5

В условиях проведённых расчётов введение искусственного рассеивания вдоль траектории точек подрыва МЭС с осевым метанием ГПЭ не обеспечивает заметного положительного эффекта, поэтому в качестве рационального значения принято $s = 0$ м.

На рис. 6 приведены результаты сравнения по эффективности указанных снарядов (с УДКВ) и штатного ОФЗС (с контактным взрывателем). На рис. 6 p_k – вероятность поражения цели одной очередью штатных ОФЗС. При расчётах принято $k_t = 0,015$; $\sigma = 5$ тыс.д, Δh , s , Δl имеют рациональные значения.



1 – МЭС с УДКВ, $m_{ГПЭ} = 1$ г; 2 – МЭС с УДКВ, $m_{ГПЭ} = 2$ г; 3 – ОФЗС с УДКВ

Рис. 6

Заключение

В условиях проведенных расчетов установлено, что:

- управление положением точек подрыва при стрельбе ОФЗС с УДКВ осуществляется за счёт выбора Δh и s , при этом $\Delta l = 0$ м. Рациональное значение Δh линейно возрастает от 2 до 6 м при увеличении дистанции стрельбы от 500 до 1500 м. Рациональное значение s составляет 1,5 м;

- управление положением точек подрыва при стрельбе МЭС с УДКВ осуществляется за счёт выбора Δl , при этом $\Delta h = 0$ м и $s = 0$ м. Рациональное значение Δl при $m_{ГПЭ} = 1$ г составляет 60 м, при $m_{ГПЭ} = 2$ г – 50 м;

- применение ОФЗС с УДКВ позволяет повысить эффективность от 1,7 до 4,0 раза по сравнению со штатным ОФЗС при стрельбе на дистанцию от 500 до 1500 м соответственно;

- применение МЭС с УДКВ при $m_{ГПЭ} = 1$ г позволяет повысить эффективность от 2,2 до 6,6 раза по сравнению со штатным ОФЗС при стрельбе на дистанцию от 500 до 1500 м соответственно;

- МЭС с УДКВ при $m_{ГПЭ} = 1$ г по эффективности превосходит МЭС с УДКВ при $m_{ГПЭ} = 2$ г от 1,1 до 1,3 раза при стрельбе на дистанцию от 500 до 1500 м соответственно;

- МЭС с УДКВ при $m_{ГПЭ} = 1$ г по эффективности превосходит ОФЗС с УДКВ от 1,3 до 1,7 раза при стрельбе на дистанцию от 500 до 1500 м соответственно.

Библиографический список

1. Чижевский О.Т., Аманов В.В., Есиев Р.У., Оркин Б.Д., Губский П.М. Повышение эффективности малокалиберных артиллерийских и гранатомётных комплексов благодаря

реализации управляемого дистанционного подрыва боеприпасов. – Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы. 2011. №3. – С. 21-25.

2. Чижевский О.Т., Аманов В.В., Есиев Р.У., Оркин Б.Д., Губский П.М. Современное состояние и основные направления развития малокалиберного комплекса «автоматическая пушка-выстрел». – Боеприпасы и высокоэнергетические конденсированные системы. 2011. №3. – С. 41-46.

3. Основы проектирования информационно-управляющих систем летательных аппаратов / Мубаракшин Р.В., Оркин Б.Д., Саблин Ю.А., Шингирий И.П.. – М.: Изд-во МАИ, 1999. – 432 с.

4. Jane's. Ammunition handbook. Twelfth edition, 2003-2004.

Сведения об авторах

ГУБСКИЙ Павел Михайлович, ведущий инженер ФНПЦ «НПО «Прибор».

117519, г. Москва, ул. Кировоградская, д.1.

тел.: 8(916) 552-33-15; e-mail: 89117231725@mail.ru.