

УДК 621.35

Ю.А. Гусак, В.В. Машталир

Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ

## **ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВОГНЕВОГО ПОТЕНЦІАЛУ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗЕНІТНОГО КОМПЛЕКСУ БЕЗПОСЕРЕДНЬОГО ПРИКРИТТЯ НА ОСНОВІ ЕЛЕКТРОДИНАМІЧНОЇ ГАРМАТИ**

*На основі показника вогневого потенціалу проведений порівняльний аналіз вогневої потужності зенітних (зенітно-ракетних) комплексів і зенітних комплексів безпосереднього прикриття на основі гіпершвидкісних прискорювачів, які можуть бути використані для безпосереднього прикриття об'єктів від ударів високоточної зброї. Зроблено висновок про те, що за показником вогневого потенціалу найбільш потужним засобом ураження ВТЗ є зенітний комплекс безпосереднього прикриття на основі електродинамічної гармати.*

*вогневий потенціал, вогнева потужність, зенітно-ракетний комплекс*

### **Вступ**

**Постановка проблеми та аналіз літератури.** Як показує досвід воєнних конфліктів, основу бойових дій становить нанесення масованого повітряного удару із застосуванням високоточної зброї (ВТЗ) по особливо важливих наземних об'єктах. Тому особливої актуальності набула проблема створення засобів ППО ближньої дії, здатних надійно функціонувати в будь-який час доби і за будь-яких погодних умов, що забезпечують ефективну боротьбу із висо-

коточною зброєю. Вирішення цієї проблеми можливо із застосуванням зенітного комплексу безпосереднього прикриття [1], який включає у свій склад РЛС виявлення повітряних цілей, що здійснює паралельний огляд верхнього півпростору, вогневий комп'ютер для обробки інформації й видачі цілевказівки, комплект одно- або багатоствольних артилерійських установок (гаубиць), орієнтованих стволами по кутових напрямках навколо об'єкта, що прикривається.

Як вражаючі елементи заряду артилерійських установок можуть використовуватися кульки у вигляді великого дробу, які при пострілі утворюють загороджувальну хмару (типу артилерійського салюту). Такий комплекс здатний своїм впливом уражати (або деформувати) ЗПН, у тому числі й ВТЗ навколо об'єкта, що прикривається, на кінцевій ділянці траєкторії польоту з дистанції 500...800 м, коли можливості всіх засобів знищення вичерпані.

**Метою даної статті** є порівняльний аналіз вогневої потужності зенітних (зенітно-ракетних) комплексів, які можуть бути використані для безпосереднього прикриття особливо важливих об'єктів, і засобів ураження ВТЗ на основі гіпершвидкісних прискорювачів.

### Основна частина

Для порівняльного аналізу різних засобів боротьби з високоточною зброєю скористаємося показником вогневого потенціалу, який можна представити у вигляді функції [3]

$$D(s, q) = P(s) \frac{W(q)}{T(s, q)}, \quad (1)$$

де  $s$  – відстань до об'єкта знищення (ураження);  $W(q) = qW_1$  – кількість енергії, що доставляється до об'єкта знищення (ураження) (руйнівна енергія);  $W_1$  – кінетична енергія одного снаряда;  $q$  – кількість снарядів у боєкомплекті;  $P(s)$  – імовірність знищення (ураження) об'єкта одним снарядом;  $T(s, q)$  – час, необхідне на підготовку, підліт і знищення (ураження) об'єкта.

$D(s, q)$  має розмірність потужності (Дж/с) і характеризує властивість вогневого засобу зі знищення (ураження) об'єктів. Нехай

$$T(s, q) = T_d(s) + qT_{\Pi}, \quad (2)$$

де  $T_d(s)$  – час польоту снаряда до об'єкта ураження;

$$T_d(s) = \frac{s}{v_{\max}},$$

$T_{\Pi}$  – час між пусками (пострілами) ракет (снарядів);  $v_{\max}$  – максимальна швидкість ракети (снаряда).

Тоді

$$T(s, q) = \frac{s}{v_{\max}} + qT_{\Pi}. \quad (3)$$

Як руйнівну енергію боєприпасів будемо вважати кінетичну енергію польоту снаряда, тобто

$$W(q) = qW_1 = q \frac{m_{\text{бч}} v_{\max}^2}{2}, \quad (4)$$

де  $m_{\text{бч}}$  – маса бойової частини снаряда.

Тоді

$$D(s, q) = P(s) \frac{m_{\text{бч}} v_{\max}^3}{2} q \left( \frac{1}{s + qv_{\max} T_{\Pi}} \right). \quad (5)$$

Для визначення ймовірності ураження високоточною зброєю скористаємося виразом, який наведений у [5]:

$$P(s) = \frac{s^2}{s^2 + \sigma^2} \cdot \exp \left[ -\frac{h^2}{2(s^2 + \sigma^2)} \right], \quad (6)$$

де  $h$  – систематична помилка наведення;  $\sigma$  – дисперсія випадкових помилок наведення.

Тоді

$$D(s, q) = \frac{s^2}{s^2 + \sigma^2} \cdot \exp \left[ -\frac{h^2}{2(s^2 + \sigma^2)} \right] \times \frac{m_{\text{бч}} v_{\max}^3}{2} q \left( \frac{1}{s + qv_{\max} T_{\Pi}} \right). \quad (7)$$

Використання показника вогневого потенціалу (7) дає можливість за допомогою єдиної шкали здійснити порівняння різних видів і типів ЗРК (ПЗРК) за їх можливостями ураження ВТЗ.

Технічні характеристики зенітно-ракетних комплексів змінюються в широкому діапазоні:

- дальності ураження засобів ВТЗ знаходяться у межах 0,2 – 18 км,

- граничні швидкості обстрілу цілі в межах 150 – 700 м/с,

- кількість ракет, наведених на ціль, у межах від 1 до 4 ракет, при цьому темп стрільби становить від 2 до 5 з,

- максимальна швидкість ракети: 430 – 1300 м/с,

- імовірність ураження цілі – від 0,11 до 0,95;

- маса бойової частини – від 1,17 до 3 кг.

Тому для порівняльного аналізу будемо використовувати усереднені тактико-технічні характеристики різних типів зенітно-ракетних комплексів (табл. 1).

З табл. 2 видно, що між вогневим потенціалом ЗРК (ПЗРК) і руйнівною енергією ракети (снаряда) немає лінійної залежності.

Порівняльна діаграма різних зенітно-ракетних комплексів за вогневим потенціалом представлена на рис. 1.

З рис. 1 видно, що ЗРК (ПЗРК) по вогневному потенціалі можна умовно розбити на три рівні – низький, середній і високий. При цьому, вогневий потенціал перспективних ЗРК вище в 2,5 – 5,5 раз від існуючих, і в 10 і більше раз вище вогневого потенціалу ПЗРК.

Результати розрахунку кількості руйнівної енергії  $W(q)$  і вогневого потенціалу  $D(s, q)$  відповідно до виразів (4) та (5) за умови, що дальність ураження  $S = 800$  м, представлені в табл. 2.

Усереднені тактико-технічні характеристики різних типів зенітно-ракетних комплексів

Характеристики засобів ураження ВТЗ	Кількість ракет, наведених на мету, $q$	Темп стрільби ( $T_{II}$ ), з	Максимальна швидкість ракети ( $V_{max}$ ), м/с	Імовірність ураження цілі ( $P$ )	Маса бойової частини ( $m_{bc}$ ), кг
ЗРК "Оса" АКМ	2	4	800	0,4	3
ЗРК Стріла-10М3	2	2	700	0,5	3
ЗРК ТОР - М1	4	2	850	0,7	3
ЗРК "Тунгуска"	1	3	910	0,3	3
ЗРК "Панцир"	2	3	1100	0,7	3
ЗРК "Донець"	2	3	700	0,75	3
ЗРК "Панцир-31"	2	3	1300	0,7	3
ПЗРК "Ігла-1"	1	5	700	0,4	1,27
ПЗРК "Стріла-3"	1	5	470	0,31	1,17
ПЗРК "Стінгер" FIM-92(A)	1	5	720	0,5	3

Таблиця 2

Результати розрахунку кількості руйнівної енергії і вогневого потенціалу

Характеристики ЗРК (ПЗРК)	Кількість руйнівної енергії ( $W$ ), Дж	Вогневий потенціал ( $D$ ), Дж/з
ПЗРК "Стріла-3"	129 227	8 009
ПЗРК "Ігла-1"	311 150	24 886
ПЗРК "Стінгер" FIM-92(A)	777 600	77 743
ЗРК "Оса" АКМ	1 920 000	95 988
ЗРК "Тунгуска"	1 242 150	124 179
ЗРК Стріла-10М3	1 470 000	183 698
ЗРК "Донець"	1 470 000	183 715
ЗРК ТОР - М1	4 335 000	379 268
ЗРК "Панцир"	3 630 000	423 449
ЗРК "Панцир-31"	5 070 000	591 439

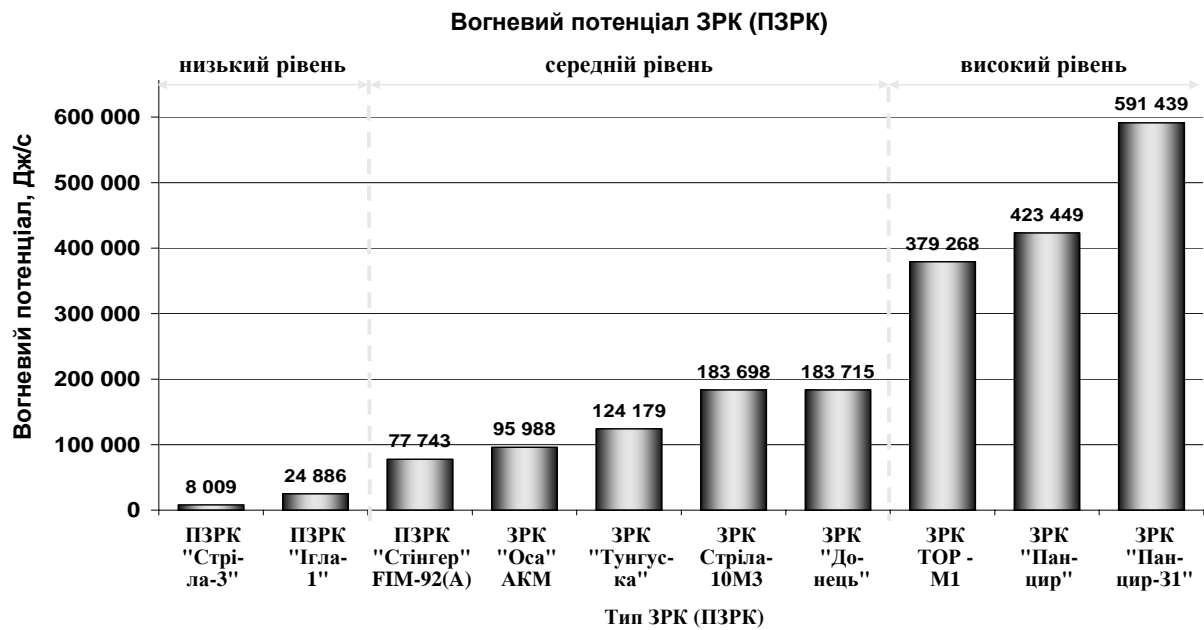


Рис. 1. Діаграма різних зенітно-ракетних комплексів за вогневим потенціалом

У табл. 3 наведені основні тактико-технічні характеристики засобів ураження ВТЗ на основі гіпершвидкісних прискорювачів [5 – 9], а на рис. 2 – їх порівняльна характеристика.

Таблиця 3

Основні технічні характеристики засобів ураження ВТЗ на основі гіпершвидкісних прискорювачів

Характеристики СПВТЗ	Дальність ураження ВТЗ (S), км	Кількість снарядів, q	Темп стрільби ( $T_n$ ), з	Максимальна швидкість снаряда ( $V_{max}$ ), м/с	Імовірність ураження цілі (P)	Маса бойової частини ( $m_{bc}$ ), кг	Час, необхідне на ураження цілі (T), с	Кількість руйнівної енергії (W), Дж	Вогневий потенціал (D), Дж/з
Артилерійські гармати	0,8	1	10	2000	0,3	2,8	10,0	5 600 000	167 993
Артилерійські гармати з конічним стовбуром	0,8	1	10	2200	0,3	2,8	10,0	6 776 000	203 273
Гармати з рідкою металю речовиною	0,8	1	10	2250	0,3	2,8	10,0	7 087 500	212 617
Електротермічні гармати	0,8	1	6	2200	0,3	2,8	6,0	6 776 000	338 779
Газодинамічні гармати	0,8	1	10	3000	0,3	2,8	10,0	12 600 000	377 990
Комбіновані гармати	0,8	1	10	3300	0,3	2,8	10,0	15 246 000	457 369
Легкогазові гармати	0,8	1	10	5000	0,3	2,8	10,0	35 000 000	1 049 983
Електромагнітні гармати	0,8	1	10	6000	0,3	2,8	10,0	50 400 000	1 511 980
Електродинамічні гармати	0,8	100	0,02	2000	0,75	0,028	2,0	5 600 000	2 099 580

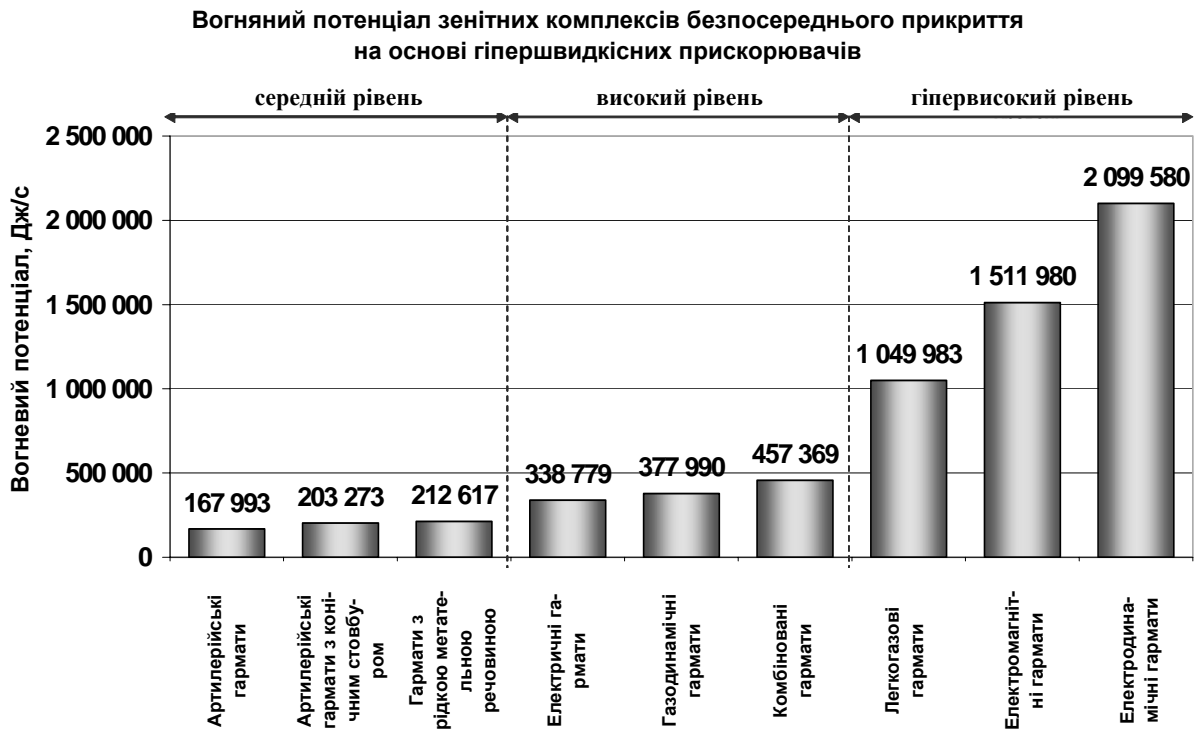


Рис. 2. Порівняльна характеристика засобів ураження ВТЗ на основі гіпершвидкісних прискорювачів

Їх аналіз показує, що вогневий потенціал засобів ураження ВТЗ на основі гіпершвидкісних прискорювачів у свою чергу в 2,5 – 5 разів вище вогневого потенціалу перспективних ЗРК. При цьому найбільш потужними й ефективними є засоби ураження на основі електродинамічних прискорювачів, оскільки принцип [10], що покладений в основу їх дії, а саме, індукційне прискорення великої кількості відносно легких уражаючих елементів, дозволяє одержати значний вииграш.

### Висновок

Таким чином, проведений на основі показників вогневого потенціалу й ефективності порівняльний аналіз різних ЗРК (ПЗРК) і зенітних комплексів на основі гіпершвидкісних прискорювачів дозволяє зробити висновок про те, що для безпосереднього прикриття об'єктів від високоточної зброї доцільно використовувати зенітні комплекси на основі електродинамічних гармат.

### Список літератури

1. Замятін В.И., Яловега Н.А., Толокнеев Э.А., Левагин Г.А., Прозоровский О.В. Возможности использования зенитных комплексов непосредственного прикрития для борьбы с высокоточной зброєю // Збірник наукових праць ХВУ. – 2002. – Вип. 2(40). – С. 42-45.
2. Єрмошин М.О., Ботів М.Ф., М.П. Доліна, Й.Д. Козлов, О.Б. Крамаренко, М.М. Романюк. Порядок оцінювання

воєнних об'єктів при створенні системи зенітного ракетного прикриття // Збірник наукових праць ХВУ. – 2003. – Вип. 2(45). – С. 24-28.

3. Довідник з протиповітряної оборони / А.Я.Торопчин, І.О. Романенко, Ю.Г.Даник, Р.Е. Пащенко та ін. – К.:МО України, Х.: ХВУ, 2003. – С. 361-364.

4. Ю.В. Стасєв, В.І. Барсів, І.В. Московченко. Аналіз та оцінка застосування зброї, для якої ґрунтується на використанні нових фізичних принципів // Збірник наукових праць ХВУ. – 2002. – Вип. 4 (42). – С. 78-82.

5. П.С.Чернець. Про проблему розвитку бронейних засобів // Артилерійське й стрілецьке озброєння. – К.: ГНТЦ АСВ, 1999. – С. 80-87.

6. Нове металеве ВВ для пострілів до гармати GAU 8/A // Закордонна військова техніка. – 1983. – № 9. – С. 37-40.

7. Електродинамічні тулики й тускові установки // Новини машинобудування. – 1981. – № 12 (60). – С. 9-14.

8. Розробка в США електромагнітної зброї для протиракетної оборони // Новини машинобудування. – 1985. – № 12. – С. 17-21.

9. Нова ера в основному озброєнні танка // Новини машинобудування. – 1990. – № 5. – С. 12-15.

10. Замятін В.И., Гусак Ю.А. Аналіз напрямків удосконалення кінетичної зброї на основі електродинамічного способу прискорення // Збірник наукових праць ХВУ. – Х.: ХВУ, 2002. – Вип. 2 (40). – С. 33-37.

Надійшла до редколегії 17.09.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ю.В. Стасєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.