

АВТОМАТИЗОВАНЕ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ ПРОБОЇН ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ПОШКОДЖЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ ОЗБРОЄННЯ

к.т.н. О.Д. Флоров, А.М. Штефан
(подав д.в.н., проф. І.О. Кириченко)

У статті розглядається один з можливих підходів до розв'язання завдання скорочення часу визначення ступеня пошкодження і здійснення попередньої дефектації елементів озброєння за рахунок застосування сучасних ПЕОМ.

Постановка завдання. Після нанесення масованих або зосереджених ударів по бойовому порядку зенітних ракетних частин командирам усіх рівнів необхідно вирішувати відразу три взаємозалежні завдання: вони повинні керувати бойовими діями збережених, а потім і відновлених сил; відновлювати боєздатність підрозділів, по яких були нанесені удари; ліквідувати наслідки нападу противника.

Всю роботу, направлену на вирішення цих завдань, можна розділити умовно на два окремі етапи. На першому командир повинен прийняти рішення на продовження бойових дій збереженими силами і засобами, і на другому проводити заходи щодо відновлення боєздатності частини.

Скорочення інтервалів між ударами до 4 – 8 годин призводить до необхідності скорочення часу прийняття рішення на відновлення системи вогню. Тому в деяких роботах [1 – 3] пропонується розробити моделі підтримки рішення, що ґрунтуються на завчасно підготовлених та оперативно отриманих даних, на відновлення системи зенітного ракетного прикриття та подальше ведення бойових дій, які мають забезпечити процес управління відновлення у реальному масштабі часу.

При відновленні пошкодженого озброєння найбільш складним виявляється оперативне отримання достовірних даних про ступінь пошкодження елементів озброєння (ЕО), який може бути визначений тільки після виявлення переліку пошкоджених вузлів, агрегатів і т.д. ЕО. В свою чергу цей перелік можна остаточно визначити тільки після проведення дефектації в повному обсязі. Трудовитрати дефектації пошкодженого озброєння та військової техніки (ОВТ) складають 5...10% всіх трудовитрат відбудовного ремонту (до 3 годин навіть при слабому ступені пошкодження) [4]. Але, для

як найшвидшого відновлення пошкодженої ОБТ, необхідно прийняти рішення на розподіл сил і засобів ремонтних органів різних рівнів у мінімально можливий термін після відбиття повітряного удару. Виходячи з цього, розробка методики, що дозволяє за короткий термін отримати достовірну інформацію про перелік отриманих пошкоджень, є важливою для військ.

Аналіз літератури. Методики, що розроблені на цей час, можна розділити на дві групи. Методики першої групи дозволяють достатньо точно визначити ступінь ушкодження ЕО і приблизно оцінити майбутні трудовитрати відновлювального ремонту, але мають такі вади: великий час отримання; розроблені для одержання попередньої оцінки ступеня ушкодження озброєння, елементна база якого відноситься до другого покоління; передбачають отримання оцінки ступеня пошкодження не всіх ЕО.

Методики другої групи дозволяють оцінити ступінь пошкодження ЕО за достатньо малий час, але отримана оцінка дозволяє тільки грубо визначити терміни відновлення, а також необхідні для цього сили і засоби. Крім того, залежність ступеня ушкодження від числа пробойн на поверхні ЕО приблизна, внаслідок малої кількості статистичних даних (для озброєння, елементна база яких відноситься до третього покоління, дані відсутні).

Ціль статті. Недоліки існуючих методик не дозволяють оцінювати ступінь пошкодження ЕО за потрібний термін. У статті розглядається один із можливих підходів одержання попередньої оцінки ступеня пошкодження ЕО, за короткий термін спрогнозувати перелік пошкоджених агрегатів, вузлів, механізмів і типових елементів заміни (ТЕЗ). У свою чергу цей перелік дозволяє автоматизовано визначити майбутні трудовитрати відбудовного ремонту та планувати процес відновлення ЕО.

З метою оперативного одержання переліку ушкоджених ТЕЗ і більш точного визначення ступеня пошкодження ЕО, пропонується використовувати підхід, заснований на використанні сучасних ПЕОМ, за допомогою якої передбачається вирішення таких завдань: ввід координат пробойн; вимірювання кутів вльоту поражаючих елементів (ПЕ) за допомогою додаткового вимірювального пристрою; розрахунок траєкторії руху ПЕ; визначення пошкоджених ТЕЗ за допомогою розробленої моделі руху ПЕ і бази даних.

Одним із найбільш складних питань при розв'язанні поставленого завдання є визначення параметрів руху ПЕ в ЕО, які можна задати координатами місця та напрямку вльоту. Для визначення координат місця вльоту ПЕ (які потрібно ввести в ПЕОМ) на поверхні ЕО можна завчасно нанести координатну сітку і пронумерувати його сторони.

Напрямок руху ПЕ, який визначається кутами $\eta_{вл}$, $\xi_{вл}$ (рис. 1), пропонується вводити в ПЕОМ автоматично, зі спеціального пристрою – датчика напрямку вльоту (ДНВ). У основі принципу дії ДНВ пропонується викорис-

товувати принцип дії перетворювача кута повороту (кутової величини) на двійковий позиційний код (ДПК). Для забезпечення виміру кутів вльоту $\eta_{вл}$, $\xi_{вл}$ ДНВ повинен мати два канали виміру кутів, що належать ортогональним площинам – канал виміру кута $\eta_{вл}$ і канал виміру кута $\xi_{вл}$.

Підключити ДНВ до НПЕОМ пропонується через порт, що зазвичай використовується для підключення маніпулятора “мишка”.

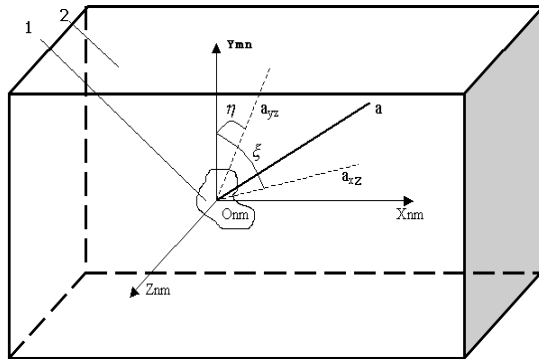


Рис. 1. Принцип вимірювання кутових координат вльоту ПЕ в ЕО

Однією з найважливіших задач автоматизації процесу отримання оцінки є задача розробки алгоритму визначення переліку пошкоджених ТЕЗ ЕО. У свою чергу розробка цього алгоритму передбачає розв’язання таких часткових завдань: розробка геометричної моделі (ГМ) руху ПЕ в ЕО; розробка ГМ розташування ТЕЗ в ЕО; розробка алгоритму визначення переліку ТЕЗ, що виведені з ладу; розробка діалогового режиму вводу вхідних даних та уточнення пошкоджених ТЕЗ.

У свою чергу розробка ГМ руху ПЕ в ЕО потребує розв’язання таких завдань: урахування геометричної форми ПЕ; визначення координат місця проникнення ПЕ в ЕО на її поверхні.

На даному етапі досліджень рух ПЕ в ЕО вважається прямолінійним, а глибина проникнення ПЕ в ЕО – наскрізь, що наносить максимальну шкоду при такій траєкторії, форма ПЕ – еліпс обертання, або сфери. Тоді, траєкторію руху ПЕ в ЕО при знаходженні пошкоджених ТЕЗ можна апроксимувати зрізаним циліндром, що має поперечний розріз у вигляді еліпса або сфери.

При апроксимації пробоїни на поверхні ЕО еліпсом вважається за потрібне визначити такі параметри: координати точок, що утворюють велику вісь еліпса; довжина малої осі еліпса; координати вектора, що задає орієнтацію великої осі еліпса; координати центра еліпса.

За точки, що утворюють велику вісь еліпса, пропонується брати

точки, які утворюють найбільший розмір пробоїни (рис. 2).

На рис. 2 введені позначення: 1 – пробоїна; 2 – точка, яку пропонується вважати за центр пробоїни (еліпса); 3 – сторона пробоїни, яку пропонується використовувати в якості малої осі еліпса; 4 – еліпс, що апроксимує пробоїну на поверхні ЕО; 5– коло, що апроксимує пробоїну на поверхні ЕО; 6– сторона ЕО; А, В – точки, що утворюють велику вісь еліпса; $O_{mn}, x_{mn}, y_{mn}, z_{mn}$ – система координат, в якій пропонується описувати еліпс.

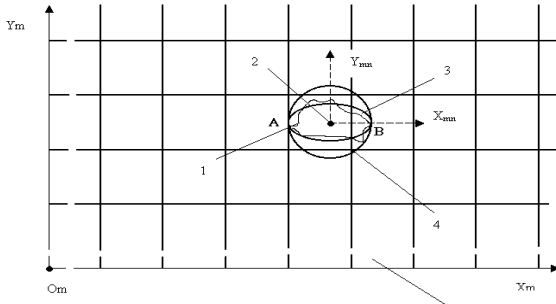


Рис. 2. Апроксимація форми пробоїни на поверхні ЕО

Аналітично еліпс апроксимації можна задати співвідношенням (координати осей співпадають з осями еліпса)

$$\frac{x_{mn}^2}{a^2} + \frac{y_{mn}^2}{b^2} = 1, \quad (1)$$

де a – довжина великої напівосі еліпса; b – довжина малої напівосі еліпса; m – номер сторони ЕО; n – номер пробоїни на стороні m .

Такі параметри еліпса апроксимації як координати точок, що утворюють велику вісь, розмір пробоїни, який пропонується використовувати в якості довжини малої осі, визначаються безпосередньо на поверхні ЕО за допомогою вимірювальних пристроїв.

Координати вектора, що задає орієнтацію великої осі еліпса, можна знайти як $x'_v = x'_b - x'_a$; $y'_v = y'_b - y'_a$, де x'_a , y'_a – координати точки А в системі координат $O_{mn}x_{mn}y_{mn}z_{mn}$, x'_b , y'_b – координати точки В в системі координат $O_{mn}x_{mn}y_{mn}z_{mn}$ (рис. 3).

При апроксимації форми пробоїни на поверхні ЕО колом, що спрощує й скорочує зняття вхідних даних, необхідно визначити такі параметри: координати точок, що утворюють максимальний розмір пробоїни; координати центру пробоїни.

Максимальний розмір пробоїни знаходиться з виразу

$$d = \sqrt{(x'_b - x'_a)^2 + (y'_b - y'_a)^2}. \quad (2)$$

Очевидно, що визначення координат пробіони відбувається з похибками і їх неврахування може суттєво знизити достовірність прогнозу переліку пошкоджених ТЕЗ і ступеня пошкодження ЕО. Врахування похибок досить складне і об'ємне завдання. Його вирішення винесене в окрему публікацію.

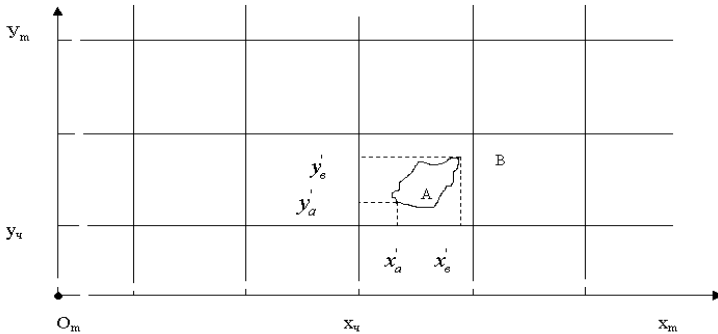


Рис. 3. Принцип вимірювання лінійних координат вльоту ПЕ в ЕО

Висновки. Підхід, який пропонується, дозволяє суттєво скоротити термін отримання попередньої оцінки ступеня пошкодження. Скорочення терміну досягається за рахунок автоматизованого визначення переліку ушкоджених вузлів, агрегатів, ТЕЗ і не призводить до зменшення достовірності результату.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ковтуненко А.П., Шершнев Н.А. *Основы теории построения и моделирования функционирования сложных систем вооружения. Учебник.* – Х.: ВИРТА, 1992. – 239 с.
2. *Довідник з протиповітряної оборони / А.Я. Торочин, І.О. Романенко, Ю.Г. Даник, Р.Е. Пащенко та ін.* – К.: МО України, Х.: ХВУ, 2003. – 368 с.
3. Александров М.И., Владимиров С.В. *Могла ли устоять система ПВО Ирака? // Вестник противовоздушной обороны.* – 1992. – Вып. 4. – С. 49 – 51.
4. Кириченко И.О. *Аналитические модели анализа процессов конфликтной природы (Уч. пособие для слушателей и курсантов, обучающихся по специальности „инженер-исследователь“).* – Х.: ВИРТА, 1990. – 197 с.

Надійшла 18.05.2004

ФЛОРОВ Олександр Дмитрович, канд. техн. наук, заступник начальника кафедри ХВУ. В 1993 році закінчив ВИРТА ім. Говорова Л.А. Область наукових інтересів – відновлення пошкодженого озброєння, спеціальне технічне забезпечення військ.

ШТЕФАН Андрій Миколайович, начальник групи – старший інструктор НТК кафедри ХВУ. Область наукових інтересів – відновлення пошкодженого озброєння, спеціальне технічне забезпечення військ.
