

**ВІДНОВЛЕННЯ СИЛИ ЛОБОВОГО ОПОРУ ПОВІТРЯ
ЗА ДАНИМИ ПОЛІНОМІАЛЬНО-ГАРМОНІЧНОЇ
АПРОКСИМАЦІЇ КІНЕМАТИЧНИХ
ПАРАМЕТРІВ РУХУ СНАРЯДА**

Грабчак В., Косовцов Ю., Грабчак З.

НЦ СВ НАСВ, м. Львів

Важливою теоретичною і прикладною задачею підвищення ефективності застосування артилерії є дослідження та визначення із заданою точністю сили лобового опору повітря, а точніше її аеродинамічного коефіцієнта $(c_X(V(t)))$ руху снарядів, як важливого фактору, що визначає траєкторію та характер руху снаряда в повітрі. На сьогоднішній день вимоги щодо точності розрахунків $c_X(V(t))$ руху снарядів визначаються точністю розрахунків Таблиць стрільби (ТС), серединна похибка яких не повинна перевищувати 0.5% дальності стрільби, що, в свою чергу, накладає суттєві обмеження на точність визначення сили лобового опору повітря. Найбільш точним методом визначення $c_X(V(t))$ є балістичний метод, який заснований на проведенні стрільб снарядами на балістичній трасі.

В роботах вітчизняних і зарубіжних авторів отримані аналітичні залежності визначення значення $c_X(V(t))$ за значеннями швидкості польоту снаряда. Але, отримані аналітичні залежності не враховують зміни кута кидання снаряда на ділянці вимірювання мірних баз; не визначена потрібна кількість значень відліків вимірювання на траєкторії. Крім того, рішення отриманої аналітичної залежності містить операцію чисельного диференціювання дискретних значень функції вимірюної швидкості польоту снаряда, що призводить до зростання похибок при визначенні $c_X(V(t))$.

В ряді останніх робіт, отримані аналітичні залежності визначення $c_X(V(t))$ за даними вимірювання швидкості, кута кидання та координат польоту снаряда шляхом зведення рівнянь руху ц.м. снаряда до точних (наближених) аналітичних залежностей. Для зменшення похибки розрахунку $c_X(V(t))$ запропоновано дискретні значення швидкості польоту снаряда апроксимувати аналітичною функцією, як таку використано поліноми різних порядків. Водночас, отримані

результати справедливі для значень кутів нугації $0 \leq d_0 \leq \beta^0$, зі збільшенням кутів нугації проявляється вплив коливального процесу кута нугації снаряда на характер модуляції швидкості його польоту, що призводить до значного зростання похибки розрахунку $c_X(V(t))$.

Авторами досліджені закономірності обертального руху гіроскопічно стабілізованого снаряда, проведений аналіз умовно-періодичного процесу його коливального руху. Встановлено, що рух осі снаряда надається у вигляді суми двох рухів: одного, обумовленого початковими умовами вильоту снаряда з каналу ствола; другого, який залежить тільки від пониження дотичної, що суттєво впливає на характер зміни кінематичних параметрів руху снаряда (швидкості, кута кидання та координат польоту снаряда).

Отримано наближене аналітичне рішення рівнянь руху снаряда для визначення $c_X(V(t))$ за даними вимірювання швидкості польоту снаряда, в якому значення кута кидання виражене через значення швидкості польоту снаряда. Отримано точне аналітичне рішення рівнянь руху снаряда для визначення $c_X(V(t))$ за даними вимірювання швидкості та кута кидання, координат польоту снаряда. Для підвищення точності розрахунку $c_X(V(t))$ розроблені підходи до поліноміально-гармонічної апроксимації кінематичних параметрів руху снаряда умовно-періодичного процесу коливального руху снаряда; обґрунтовано процедури визначення його частоти.

Проведено чисельне моделювання та отримані граничні оцінки похибки визначення $c_X(V(t))$ за даними кінематичних параметрів руху снаряда, показано, що точнісні показники їх розрахунку забезпечують задану точність балістичних розрахунків, зокрема, при вирішенні задач розрахунку ТС та підготовки даних для стрільби артилерійських систем.
