

# Військово-технічні проблеми

УДК 629.76

Ю.М. Агафонов, О.М. Грічанюк, О.О. Журавльов, Ю.А. Ткаченко

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків*

## ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ПУСКІВ РЕАКТИВНИХ СНАРЯДІВ КОМПЛЕКСІВ ПОВІТРЯНОГО ТА НАЗЕМНОГО БАЗУВАННЯ

*У статті розглядаються шляхи підвищення точності пусків некерованих авіаційних ракет та реактивних снарядів систем залпового вогню. Наводиться огляд реалізованих способів підвищення точності стрільби у відомих зразках ракетних озброєнь провідних країн світу, аналізуються їх переваги та недоліки. Пропонуються здійснювати модернізацію існуючих систем з використанням промислових комплектуючих масового виробництва, що дозволять підвищити точність пусків подібного озброєння до рівня сучасної високоточної зброї без суттєвого збільшення його вартості.*

**Ключові слова:** реактивні системи залпового вогню, реактивний снаряд, навігаційна система.

### Постановка завдання

На озброєнні армій провідних країн світу в останні 50-70 років знаходиться значна кількість систем некерованого ракетного озброєння. Наприклад, в Військово-повітряних Силах СРСР широко використовувались некеровані авіаційні ракети (НАР) класу "повітря-поверхня" С-5, С-8, С-13, С-24, С-25 калібром від 50 до 340 мм. В Сухопутних військах використовувались реактивні снаряди (РС) систем залпового вогню калібрів 122, 220, 300 мм. В теперішній час подібні РС та НАР містяться на озброєнні більш ніж 40 країн світу.

Головними перевагами цих РС завжди була відносна простота конструкції та мала вартість, що дозволяло широко використовувати ці засоби ураження в значних кількостях. Відносно невелика точність пусків РС комплексів Сухопутних військ компенсувалась кількістю снарядів, що витрачалися для надійного ураження цілей.

Точність пусків НАР дозволяє достатньо ефективно вражати типові наземні об'єкти при обмеженій дальності пуску. Відстань до цілі, як правило, не перевищує 3-5 км і залежить від погодних умов, стану атмосфери, часу доби та таке інше. Обмеження по дальності пуску обумовлені необхідністю встановлення візуального контакту пілота літака носія з ціллю та наведення на неї прицілу. Для компенсації асиметрії тяги та аеродинамічних сил НАР в процесі руху примусово закручують відносно подовжньої вісі до декількох сотень обертів на хвилину. У найкращих зразків НАР точність характеризується величиною максимального промаху на рівні одного проценту від дальності пуску.

В сучасних умовах ведення бойових дій показники бойової ефективності РС (НАР) є неприйнятними з наступних причин:

– пілоти авіаційних засобів, як правило, не мають можливості наблизитися до цілі на відстань встановлення візуального контакту за наявності значної кількості засобів ППО, що прикривають об'єкти ураження;

– підрозділи Сухопутних військ, що озброєні реактивними системами залпового вогню (РСЗВ), не мають можливості при ураженні захищених цілей компенсувати недостатню точність пусків ракет збільшенням їх кількості, у випадках, коли бойові дії проходять в зонах з щільною цивільною інфраструктурою та можливого ураження цивільного населення.

Таким чином, перспективним шляхом адаптації РСЗВ до застосування в умовах ведення сучасної війни є суттєве підвищення точності пусків РС. Головною проблемою на шляху вирішення цього завдання є складність реалізації системи управління РС, що обертаються в процесі польоту.

**Аналіз публікацій.** Підвищення точності пусків РС, що обертаються, було досягнуто в РСЗВ 9К58 «Смерч» [1] шляхом використання швидкодіючих газодинамічних органів для корекції траєкторії руху РС. Досягнуте значення величини максимального відхилення від точки прицілювання задовольняло на той час всім вимогам, що висувалися до зброї, яка призначалася для ураження площинних об'єктів. Проте, досягнута точність не дозволяє уражати точкові об'єкти одним РС. З відкритих джерел відома конструкція ракети повітряного базування С-25 в якій завдання підвищення точності пусків вирішувалось шляхом підвищення швидкості обертання снаряда вздовж його осі (~600 об./хв.). При цьому, ексцентриситет тяги та аеродинамічна асиметрія корпусу частково компенсувались.

Для компенсації початкових недосконалостей конструкції реактивних снарядів системи MLRS їх закручують в пускових пристроях до відносно неве-

ликих кутових швидкостей – 10... 12 об./хв. [3]. Але таке спрощення умов руху РС не дозволяє використовувати бортової системи управління традиційної конструкції для підвищення точності пусків.

Розглядаючи можливі шляхи підвищення точності пусків ракет для РСЗВ, слід враховувати появу нової елементної бази, що використовується в бортових системах управління (СУ) малогабаритних комерційних безпілотних літальних апаратів (БПЛА). В цілому можливо стверджувати, що сучасні бортові СУ БПЛА за своїми показниками точності, розмірам та енергоспоживанню цілком відповідають вимогам до СУ для РС. Деякі особливі вимоги щодо захищеності від штучних завад повинні вирішуватися окремо.

Важливою проблемою створення високоточних РС авіаційного та наземного базування є забезпечення необхідних умов роботи таких спеціалізованих малогабаритних дешевих бортових СУ, що здатні забезпечити необхідну точність влучання при задовільних витратах часу на їх підготовку до пуску.

**Мета статті** – на основі аналізу можливих варіантів побудови конструкції РС обґрунтувати можливість суттєвого підвищення точності пусків РС шляхом використання в бортових СУ стандартних комплектуючих загальнопромислового призначення.

## Основна частина

Підвищення точності стрільби РС шляхом установки блоку СУ ускладнюється можливим зривом управління, що виникає через обертання РС [2].

Відомі три способи підвищення точності пусків подібних РС. **Перший** – оснащення РС, що швидко обертається, спеціальним блоком СУ зі швидкодіючими газодинамічними виконавчими органами для корекції траєкторії. Цей спосіб реалізований на РС системи залпового вогню 9K58 «Смерч». Він дозволяє досягти величини промаху близько 0,2 % від дальності стрільби. Найімовірніше, це значення точності є гранично досяжним для цього способу, але і воно є недостатнім, тому цей спосіб розглядати у подальшому не будемо. **Другий спосіб** – розміщення елементів СУ в тій частині конструкції РС, що не обертається. Залежно від розмірів, а, головне, від функціонального призначення апаратури, що розміщується в цій частині ракети, розрізняють використання "антиротатійної" платформи та застосування блоку СУ у відсіку, що не обертається. **Третій спосіб** – використання керованої головної частини (КГЧ), яка складається з бойової частини (БЧ) та відсіку з апаратурою СУ, датчиками зовнішнього поля, виконавчими елементами та системою живлення. Така ГЧ не обертається відносно поздовжньої вісі разом з ракетним двигуном в процесі його роботи та відокремлюється від нього після закінчення активної ділянки траєкторії. Відокремлення корпусу ракетного двигуна дозволяє на пасивній ділянці траєкторії зробити маневр корегування польоту КГЧ без обмежень, пов'язаних з гіроскопічними ефектами через обертання корпусу двигуна.

## 1. Використання "антиротатійної" платформи

Використання "антиротатійної" платформи (рис. 1), на якій розміщені датчики кутових швидкостей і акселерометри бортової інерціальної навігаційної системи (НС), антени приймача сигналів супутникової НС.

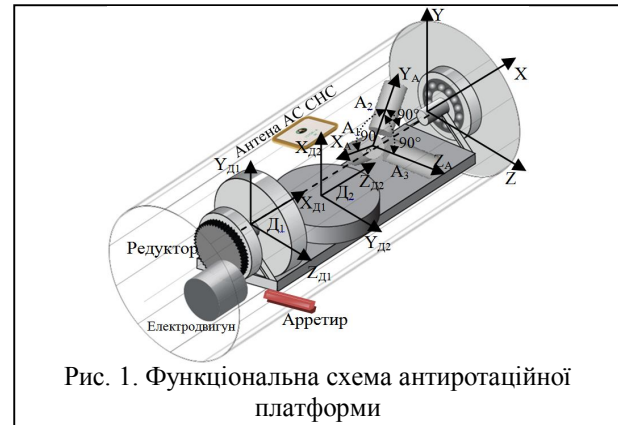


Рис. 1. Функціональна схема антиротатійної платформи

Цей варіант реалізації способу підвищення точності зустрічається в конструкціях невеликих високоточних ракет. Такий варіант застосований американською фірмою «BAE Systems» при розробці високоточної ракети APKWS-II на базі некерованої авіаційної ракети «Гідра-70» калібром 70-мм (рис. 2 – 4).



Рис. 2. Зовнішній вигляд ракети, розробленої за програмою APKWS, - I



Рис. 3. Відсік з блоком системи APKWS - II

## 2. Використання блоку системи управління у відсіку, що не обертається

Розміщення блоку системи управління (а при необхідності і головки самонаведення) з виконавчими органами та джерелом живлення в окремому відсіку, що не обертається, розташованому, як правило, перед бойовою частиною і сполученому з корпусом РС, що обертається, через підшипниковий шарнір. Маса такого відсіку управління у відомих прототипах досягає 40 - 50 кг. Практичне застосування цього варіанту відоме, зокрема, по

конструкції ракет повітряного базування типу С-25Л, С-25ЛД (рис. 4, 5).

Враховуючи значну стартову масу цих РС – близько 320 кг, розміри, можна зробити висновок, що таке рішення понад усе підходить до ракет калібру 220 – 340 мм, що мають відповідну масу.



Рис. 4. Зовнішній вигляд С-25 Л в пусковому пристрої



Рис. 5. Головки самонаведення ракет С-25 Л, С-25

Для ракети С-25Л приріст показників ефективності у порівнянні з ракетами С-25 склав по дальності – в 2 рази, по точності – в 6 разів.

Недоліком цих двох варіантів реалізації другого способу підвищення точності є, безумовно, проблеми, пов'язані з необхідністю подолання гіроскопічних ефектів, що перешкоджають спробам зміни напрям вектору швидкості РС.

### 3. Використання головної частини разом з СУ та БЧ в вигляді єдиної конструкції, що не обертається та відокремлюється

Третій варіант реалізації другого способу підвищення точності – "розв'язка" СУ і бойової частини від двигуна, що обертається. Прикладом подібного рішення може бути РС ряду закордонних розробників. Після виходу подібних РС з ТПК їх двигун розкручується до 10 – 12 об./хв. [3], відсік управління та бойова частина при цьому не обертаються. Судячи з наявних даних, існують модифікації РС, в яких після закінчення активної ділянки траєкторії корпус двигуна, що обертається, може відокремлюватися, що дозволяє виключити гіроскопічні моменти при управлінні вектором швидкості по напрямку руху відсіків, що не обертаються (СУ і БЧ).

Цей спосіб був реалізований в російському комплексі авіаційного керованого озброєння С-8Кор, С-13Кор, що створюється на основі некерованих авіаційних ракет С-8, С-13. Схема ракети С-8Кор представлена на рис. 6.

Прикладом технічної реалізації третього способу підвищення точності пусків реактивних снарядів для реактивних систем залпового вогню наземного базування ракетних комплексів сухопутних військ може послужити високоточні модифікації снарядів GMLRS (виробництво США) з бойовою частиною, що відокремлюється, показані на рис. 7.

### Висновки

Використання на РС блоку управління, що не обертається, дозволяє розглядати таке технічне рішення в якості:

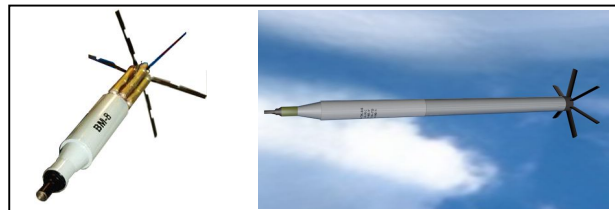


Рис. 6. Ракета С-8Кор (ліворуч бойовий модуль БМ-8, що відокремлюється, праворуч - загальний вигляд)

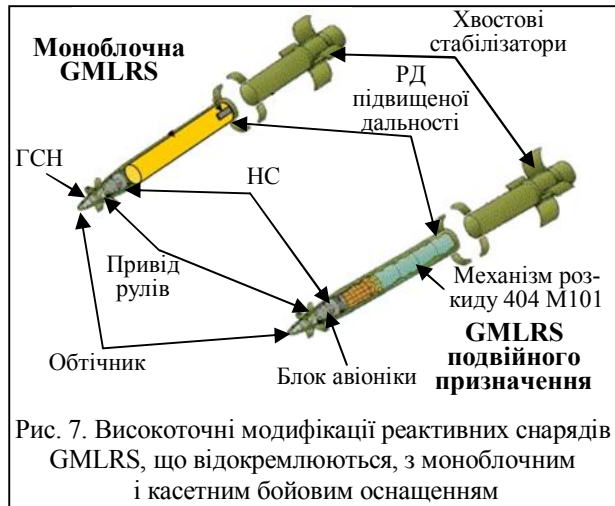


Рис. 7. Високоточні модифікації реактивних снарядів GMLRS, що відокремлюються, з моноблочним і касетним бойовим оснащенням

1. Способу підвищення точності пусків РС, виконаних за традиційною технологією на етапах їх подальшої модернізації.

2. Засобу заміни газодинамічного управління на користь аеродинамічного.

3. Засобу зниження вартості РС за рахунок використання простіших технологій виготовлення РС, доступних датчиків НС, приймачів супутникових НС, простих головок самонаведення.

Принцип використання відсіку з системою управління і бойовою частиною, який не обертається, або антиротаційної платформи з датчиками бортової інерціальної НС дає широкі можливості по використанню існуючої і та перспективної апаратури і різноманітних систем високоточної навігації і самонаведення. Подібні конструктивні рішення дозволяють мінімізувати витрати на розробку і створення високоточних модифікацій РС, максимально спростити їх експлуатацію і бойове застосування.

### Список літератури

1. Обозов Л. Проблемы увеличения дальности стрельбы реактивной артиллерии / Л. Обозов // Военный парад. – 2002. – № 3 (51). – С. 50-53.
2. С25ЛД [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.airwar.ru/weapon/avz/s25ld.html>.
3. Реактивная система залпового огня MLRS [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/mlrs/mlrs.shtml>.

Надійшла до редколегії 1.10.2015

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

**ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПУСКОВ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ КОМПЛЕКСОВ ВОЗДУШНОГО И НАЗЕМНОГО БАЗИРОВАНИЯ**

Ю.Н. Агафонов, А.М. Гричанюк, А.А. Журавлев, Ю.А. Ткаченко

*В статье рассматриваются пути повышения точности пусков неуправляемых авиационных ракет и реактивных снарядов систем залпового огня. Приводится обзор реализованных способов повышения точности стрельбы в известных образцах ракетных вооружений ведущих стран мира, анализируются их преимущества и недостатки. Предлагаются осуществлять модернизацию существующих систем с использованием промышленных комплектующих массового производства, которые позволят повысить точность пусков подобного вооружения до уровня современного высокоточного оружия без существенного увеличения его стоимости.*

**Ключевые слова:** реактивные системы залпового огня, реактивный снаряд, навигационная система.

**WAYS OF INCREASE THE ACCURACY OF HIT POINT FOR ROCKETS COMPLEXES OF AIR AND LAND BASING**

Y.N. Agafonov, A.M. Grichanjuk, A.A. Zhuravlev, Y.A. Tkachenko

*In an article the ways of increase the accuracy of hit for unguided aviation rockets and for multiple launch rocket system are considered. The short review of the realized ways of increase the accuracy of hit in known samples of rocket weapons of the leading countries of the world, their advantages and lack is resulted. Are suggested to carry out modernization of existing systems with use of industrial components of mass production which will allow to raise accuracy of hit of similar arms to level of the modern high-precision weapon without essential increase in its cost.*

**Keywords:** reactive systems of a volley fire, jet-projectile, navigational, control the system.