

О. В. Аксьоненко, О. І. Гурський, А. С. Клочков, Є. А. Кондратюк, Д. О. Шиніберов

## АНАЛІЗ РОБІТ З МОДЕРНІЗАЦІЇ РСЗВ 9К51 «ГРАД» ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСПЕКТИВНОГО НЕКЕРОВАНОГО РС КАЛІБРУ 122 ММ

У статті розглянуто реактивні системи залпового вогню, що мають високу вогневу потужність, скорострільність і маневреність, які продовжують залишатися одним з основних засобів ураження Сухопутних військ в умовах ведення сучасних збройних конфліктів. Авторами наголошено на важливості відтворення та модернізації реактивних систем залпового вогню типу 9К51 «Град», 9К57 «Ураган», 9К58 «Смерч» і реактивних снарядів до них силами підприємств вітчизняного військово-промислового комплексу. Виділено основні напрями робіт з модернізації реактивної системи залпового вогню 9К51 «Град», виконані ФДУП «НВО «Сплав» і суміжними підприємствами в 1997–1998 роках для іноземного замовника. Визначено ключові чинники, що дозволили досягти поліпшення характеристик системи «Град» у процесі модернізації. Досліджені основні характеристики некерованих реактивних снарядів 9М217, 9М218, 9М521, 9М522, розроблених в інтересах іноземного замовника. Проаналізовано тактико-технічні характеристики реактивної системи залпового вогню «Торнадо-Г», що надійшла в 2014 році на озброєння Міністерства оборони РФ, а також сімейства модернізованих некерованих РС 9М538, 9М539, 9М541. Визначено основні напрями робіт з подальшого поліпшення тактико-технічних характеристик 122-мм реактивного снаряда, який розробляє ДП «КБ «Південне» для реактивної системи залпового вогню типу 9К51 «Град». Ця стаття може бути корисною спеціалістам під час розроблення нових і модернізації застарілих систем реактивних озброєнь.

**Ключові слова:** реактивна система залпового вогню (РСЗВ), реактивний снаряд (РС), 9К51 «Град», 9М217, 9М218, 9М521, 9М522, «Торнадо-Г», 9М538, 9М539, 9М541.

*The article dwells on the multiple launch rocket systems with high firepower, firing rate and manoeuvrability, which continue to be one of the basic means of destruction of the land forces in the conditions of the modern armed conflicts. Authors observed the importance of reconstruction and upgrading of multiple launch rocket systems of Grad 9K51, Hurricane 9K57 and Tornado 9K58 types and missiles they use by the enterprises of the domestic military-industrial complex. The article dwells on the main areas of upgrading of the multiple launch rocket system Grad 9K51 performed by NPO Splan and co-operating enterprises in 1997–1998 for a foreign customer. The key factors that allowed improving the performance of the Grad system in the upgrading process are identified in this article. The main characteristics of the unguided missiles 9M217, 9M218, 9M521, 9M522, designed for the foreign customer, had been investigated. The performance characteristics of the Tornado-G multiple launch rocket system which went into service with the Ministry of Defense of the Russian Federation in 2014, as well as the family of the upgraded unguided missiles 9M538, 9M539, 9M641, are analyzed. The article identifies the main areas of work for further improvement of the performance characteristics of the 122-mm unguided missile, developed by Yuzhnoe Design Office for the multiple launch rocket system 9K51 Grad. This article can be useful for the specialists in development of new and upgrading outdated systems of rocket weapons.*

**Key words:** multiple launch rocket system (MLRS), missile, 9K51 Grad, 9M217, 9M218, 9M521, 9M522, Tornado-G, 9M538, 9M539, 9M541.

### Поставлення проблеми

Реактивні системи залпового вогню (РСЗВ), що мають високу вогневу потужність, скорострільність і маневреність, продовжують залишатися одним з основних засобів ураження Сухопутних військ в умовах ведення сучасних збройних конфліктів.

На сьогодні основою Ракетних військ і артилерії Збройних сил України є РСЗВ, створені ще за часів СРСР: 9К51 «Град», 9К57 «Ураган» і 9К58 «Смерч». Розроб-

ником цих РСЗВ є російське підприємство НВО «Сплав» (м. Тула).

Відтворення цих РСЗВ і реактивних снарядів (РС) до них, а також їх модернізація силами підприємств вітчизняного ВПК є критично важливим для ЗСУ в умовах гібридної війни з РФ. А вивчення досвіду НВО «Сплав» з розроблення та модернізації вищезазначених РСЗВ і РС є важливим для визначення пріоритетних робіт з відтворення та модернізації РС, виконуваних ДП «КБ «Південне».

## Формулювання мети статті

Мета статті – аналіз особливостей проведених НВО «Сплав» робіт з модернізації РСЗВ 9К51 і РС типу 9М22 для інозамовника і для Міністерства оборони РФ, а також дослідження відмінностей основних тактико-технічних характеристик (ТТХ) створених при цьому реактивних снарядів для обґрунтування визначення напрямів поліпшення ТТХ РС «Тайфун-1».

## Аналіз останніх досліджень і публікацій

Стаття також доповнює інформаційні дані щодо основних ТТХ РСЗВ «Торнадо-Г» та особливостей конструкції її реактивних снарядів, які наведено в статті, присвяченій розвитку та модернізації сучасних РСЗВ [1].

## Виклад основного матеріалу

1. Основні напрями робіт з модернізації РСЗВ «Град» для іноземного замовника.

Розроблення модернізованої РСЗВ «Град» в інтересах іноземного замовника проводили фахівці ФДУП «НВО «Сплав» і суміжних підприємств у 1997–1998 роках. У результаті було розроблено модернізовану РСЗВ «Град» у такому складі:

- модернізована бойова машина БМ-21 (2Б17-1);
- некеровані РС 9М521, 9М522, 9М217, 9М218 нового розроблення;
- транспортна машина;
- засоби керування вогнем [2].

При цьому були реалізовані такі напрями модернізації РСЗВ «Град» у цілому.

1.1. Скорочення часу на підготовку, передачу та прийняття цілевказання, підготовку установлювальних даних на пуск РС, прицілювання БМ і відкриття вогню шляхом введення до складу РСЗВ батарейного поста керування вогнем «Капустник-Б», оснащеного швидкодійною ЕОМ «Багет-41», необхідною кількістю радіостанцій, системою навігації та комплексом метеорозвідки [3].

Автоматизований обмін установлювальними даними на пуск між постом керування і БМ, а також глибока модернізація самої БМ-21 дозволили скоротити час від моменту виявлення цілі до відкриття вогню до 1 хв [4].

Модернізовану пускову установку БМ-21 додатково оснащено обчислювальною апаратурою на базі комп'ютера типу ноутбук (ЕОМ «Багет-41»), навігаційним устаткуванням (апаратурою супутникової навігації, одометром, системою гірокурсореновказання, що самоорієнтується), засобами радіозв'язку [4].

Перераховані засоби забезпечують:

- наведення пакета напрямних модернізованої БМ-21 без виходу бойового розрахунку з кабіни та скорочення кількості бойового розрахунку до двох осіб, при цьому цілевказання командир може отримати на марші [5, 6];

- наведення пакета напрямних БМ без використання точок наведення [6];

- автономну початкову орієнтацію: визначення поточного азимуту та координат БМ у русі та на стоянці [5];

- надання на дисплеї графічної інформації для наведення пакета напрямних, маршруту руху БМ з вказівкою її місця розташування, пункту призначення та напрямку руху [4, 7];

- скорочення часу підготовки стрільби від моменту прийняття цілевказання до відкриття вогню у складі батареї: на непідготовленій позиції – з 25–35 до 6 хв [4, 7, 8]; на підготовленій позиції – з 10 до 1 хв [4, 7, 8];

- підвищення живучості за рахунок скорочення часу перебування БМ на вогневій позиції [7];

- підвищення автономності за рахунок використання засобів навігації та топоприв'язки дозволяє здійснити самостійний рух на вогневу позицію та пункт збору [8];

- поліпшення умов роботи оператора БМ в погану погоду та вночі [8].

1.2. Значне збільшення дальності стрільби з 20 до 40 км за рахунок:

- вдосконалення ракетного двигуна РС шляхом заміни балістичного твердого палива на сумішеве, що привело, за оцінками фахівців КБ «Південне», до збільшення повного імпульсу тяги на 50 %;

- зниження маси корпусу ракетного двигуна РС, за оцінками фахівців КБ «Південне», на  $\approx 32\%$  ( $\Delta m_k = -8,8$  кг) шляхом переходу на високоміцну марку сталі та цілісний корпус;

- заміни соплової кришки із сімома соплами на односопловий блок;

– поліпшення аеродинамічних характеристик РС, випадковий розкид яких впливає також на технічне розсіювання (кучність стрільби) [8, 9].

1.3. Досить високий рівень густоти стрільби при фактично двократному збільшенні дальності стрільби [8].

Характерний параметр, що характеризує технічне розсіювання РС 9М521 – площа еліпса розсіювання, дорівнює 14,5 га [10]. Для РС 9М22У площа еліпса розсіювання, задана в ТТЗ на розроблення  $S = 3,14 B_d \cdot B_{\sigma}$ , повинна бути не більше 6,4 га [11]. Фактичне значення цього параметра з таблиць стрільби становить 6,05 га. При цьому середнє вірогідне відхилення точок падіння РС 9М22У відносно центру групування становить:

- за дальністю  $B_d = 99$  м ( $1/203 L_{\max}$ );
- за бічним відхиленням  $B_{\sigma} = 194$  м ( $1/104 L_{\max}$ ) [12].

Для РС 9М521 з дальністю стрільби 40 км розрахункові значення серединних вірогідних відхилень, за оцінками фахівців КБ «Південне», за площі еліпса розсіювання  $S = 14,5$  га рівні відповідно:

- за дальністю  $B_d = 154$  м ( $1/260 L_{\max}$ );
- за бічним відхиленням  $B_{\sigma} = 299$  м ( $1/138 L_{\max}$ ).

Досить високий рівень густоти стрільби досягнуто за рахунок:

– досконалості конструкції РС щодо забезпечення мінімальної неспіввісності складових частин РС, у т. ч. за рахунок цілісної конструкції РДТП;

– поліпшення центрування РС, у т. ч., за оцінками фахівців КБ «Південне», забезпечення радіального зміщення центра мас РС  $\pm 0,5$  мм;

– застосування аеродинамічного стабілізатора нової конструкції зі зміненими формою профілю лопатей, крузизною, мінімаль-

ною шорсткістю, зміненою конструкцією закладення місць стикування з корпусом обтічника стабілізатора, формою та товщиною передньої та задньої кромки лопатей з мінімальними допусками [8].

Зрештою перераховані технічні рішення забезпечили зниження випадкового розкиду балістичного коефіцієнта РС ( $K_0 = (C_x \cdot S_m) / m_{\text{PC}}$ , де  $C_x$  – це коефіцієнт аеродинамічного опору;  $S_m$  – площа Міделя,  $m_{\text{PC}}$  – маса РС), за оцінками фахівців КБ «Південне», до 0,5 %.

У результаті реалізації зазначених технічних рішень НВО «Сплав» розробило сімейство некерованих РС калібру 122 мм з поліпшеними тактико-технічними характеристиками [14, 15, 16, 17].

2. Основні характеристики некерованих РС, розроблених в інтересах іноземного замовника.

Некеровані РС 9М521, 9М522, 9М217, 9М218, розроблені НВО «Сплав» для іноземного замовника, мають характерну технічну особливість – єдину уніфіковану ракетну частину з деякими конструктивними відмінностями, зумовленими типами використовуваних головних частин – невідокремлювана осколково-фугасна, відокремлювана осколково-фугасна, касетна з бойовими елементами, що самоприцілюються, касетна з кумулятивно-осколковими бойовими елементами [14, 15, 16, 17].

2.1. Некерований реактивний снаряд 9М521, загальний вигляд якого подано на рис. 1, призначений для ураження відкритої й укритої живої сили, неброньованої та легкоброньованої техніки в районах зосередження артилерійських і мінометних батарей, командних пунктів і інших цілей [14]. Основні характеристики РС 9М521 наведено в табл. 1

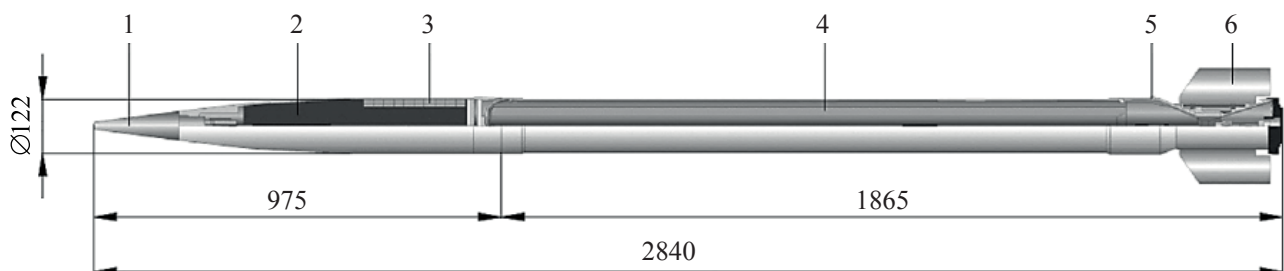


Рис. 1. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М521:

- 1 – детонатор; 2 – осколково-фугасна головна частина; 3 – блок готових уражальних елементів;  
4 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 5 – ведучий штифт; 6 – стабілізатор [9]

Таблиця 1

## Основні характеристики РС 9М521 [2]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	40 15
Площа елементарного еліпса технічного розсіювання під час стрільби на максимальну дальність, га	$S = 3,14 \cdot B_d \cdot B_b = 14,5$
Вірогідне відхилення, м: – за дальністю ( $B_d$ ); – за бічним відхиленням ( $B_b$ )	154 ( $1/260 \cdot L_{max}$ ) 299 ( $1/138 \cdot L_{max}$ )
Тип головної частини	невідокремлювана осколково-фугасна з готовими уражальними елементами
Маса РС, кг	66
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	21 –
Кількість уражальних елементів (осколків), шт., у т. ч.: – готових масою 5,5 г сферичної форми радіусом $R = 5,52$ мм; – від дроблення корпусу ГЧ (із середньою масою 3 г)	1000 2440
Маса ракетної частини, кг	44,5
Довжина снаряду, мм, у т. ч.: – ракетної частини; – головної частини	2840 1865 975

Характеристика	Значення
Тип твердого палива	сумішеве
Маса паливного заряду, кг	25,6
Повний імпульс тяги на Землі за $t = 20$ °С, кгс·с	6200
Питомий імпульс тяги на Землі, за $t = 20$ °С, с	242,2
Температурний діапазон бойового застосування, °С	від –50 до +50

2.2. Некерований реактивний снаряд 9М522, загальний вигляд якого подано на рис. 2, призначений для ураження відкритої й укритої живої сили, неброньованої та легкоброньованої техніки в районах зосередження артилерійських і мінометних батарей, командних пунктів і інших цілей [15]. Примітна особливість РС 9М522 – відокремлювана головна частина з готовими уражальними елементами підвищеної ефективності, що забезпечується за рахунок близького до вертикального  $\approx 90^\circ$  куту підходу до земної поверхні з використанням гальмівного парашутного пристрою, який задіюється після відділення ракетної частини в заданий розрахунковий момент часу. Використання готових уражальних елементів, у т. ч. сферичної форми, характерно і для інших фірм-розробників РСЗВ, наприклад Roketsan (Туреччина) та ін. [18]. Основні характеристики РС 9М522 наведено в табл. 2.

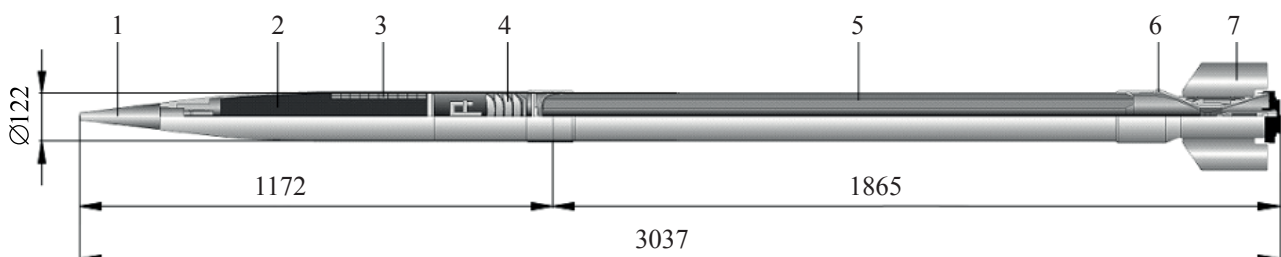


Рис. 2. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М522:

- 1 – детонатор; 2 – відокремлювана осколково-фугасна головна частина;  
3 – блок готових уражальних елементів; 4 – парашутна система;  
5 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 6 – ведучий штифт; 7 – стабілізатор [19]

Таблиця 2

Основні характеристики РС 9М522 [2]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	37,5 8
Площа елементарного еліпса технічного розсіювання під час стрільби на максимальну дальність, га	13
Вірогідне відхилення, м: – за дальністю ( $B_d$ ); – за бічним відхиленням ( $B_o$ )	149 ( $1/252 \cdot L_{max}$ ) 280 ( $1/134 \cdot L_{max}$ )
Тип головної частини	відокремлювана осколково-фугасна з готовими уражальними елементами
Маса РС, кг	70
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	25 (4,5)

Характеристика	Значення
Кількість уражальних елементів (осколків), шт., у т. ч.: – готових масою 0,78 г сферичної форми радіусом $R = 2,9$ мм; – готових масою 5,5 г сферичної форми радіусом $R = 5,52$ мм; – від дроблення корпусу ГЧ (із середньою масою 7,5 г)	1800 690 1210
Довжина снаряда, мм	3037
Температурний діапазон бойового застосування, °C	від -50 до +50

2.3. Некерований реактивний снаряд 9М217, загальний вигляд якого подано на рис. 3, призначений для ураження броньованої техніки (танки, бойові машини піхоти, бронетранспортери, самохідні пускові установки) [16]. Основні характеристики РС 9М217 наведено в табл. 3.

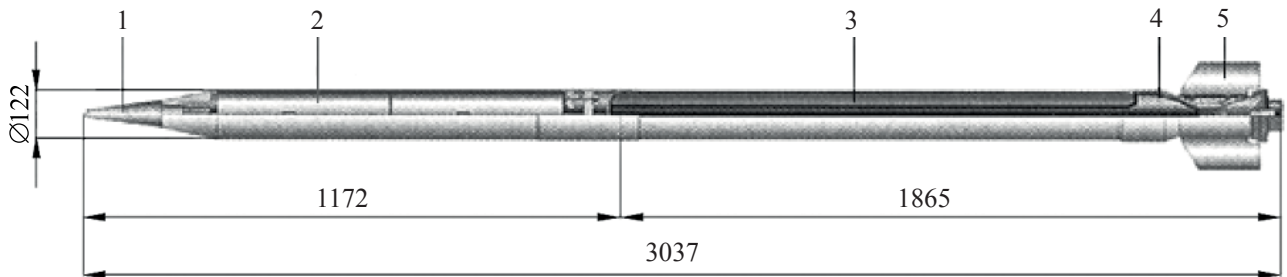


Рис. 3. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М217:

- 1 – детонатор; 2 – касетна головна частина з бойовими елементами, що самоприцілюються;  
3 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 4 – ведучий штифт; 5 – стабілізатор [20]

Таблиця 3

Основні характеристики РС 9М217 [2]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	30* 8
Тип головної частини	касетна з бойовими елементами, що самоприцілюються
Маса РС, кг	70
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	25 –

Характеристика	Значення
Кількість бойових елементів, що самоприцілюються, шт.	2
Бронепробивність (гомогенна броня під кутом 30° від нормалі з відстані 100 м), мм	60–70
Радіус площі виявлення цілі, м	65
Довжина снаряда, мм	3037
Температурний діапазон бойового застосування, °C	від -50 до +50

\*Імовірно, максимальна дальність стрільби РС 9М217 зменшена на  $\Delta L = -7,5$  км порівняно з РС 9М522 через особливості формування траєкторій зі збільшеним до  $\approx 70-90^\circ$  кутом нахилу вектора швидкості РС до горизонту для забезпечення функціонування касетної головної частини з бойовими елементами, що самоприцілюються, у момент відділення від ракетної частини.

2.4. Некерований реактивний снаряд 9М218, загальний вигляд якого подано на рис. 4, призначений для ураження неброньованої та легкоброньованої техніки (бойові машини піхоти, бронетранспортери, са-

мохідні артилерійські установки), живої сили, літаків і вертольотів на стоянках [17]. Основні характеристики РС 9М218 наведено в табл. 4.

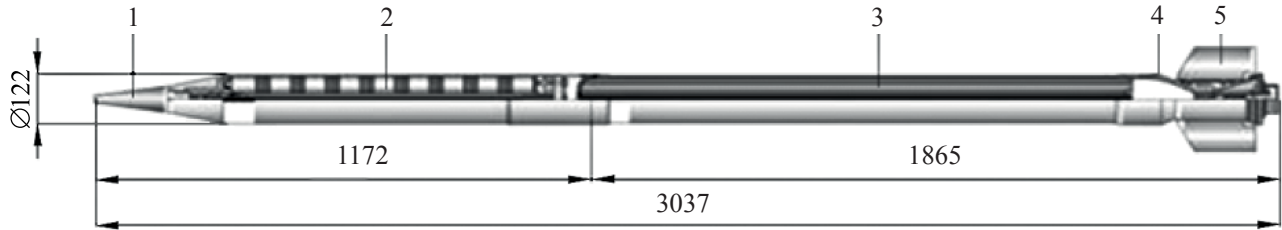


Рис. 4. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М218:

- 1 – детонатор; 2 – касетна головна частина з кумулятивно-осколковими бойовими елементами;  
3 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 4 – ведучий штифт; 5 – стабілізатор [21]

Таблиця 4

Основні характеристики РС 9М218 [2]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	30* 8
Тип головної частини	касетна з кумулятивно-осколковими бойовими елементами
Маса РС, кг	70
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	25 –
Кількість кумулятивно-осколкових бойових елементів, шт.	45
Кількість готових осколків у кумулятивно-осколковому бойовому елементі, шт.	180
Товщина пробиваної гомогенної броні, мм	100–120
Довжина снаряда, мм	3037
Температурний діапазон бойового застосування, °С	від –50 до +50
* Імовірно максимальна дальність стрільби РС 9М218 зменшена на $\Delta L = -7,5$ км порівняно з РС 9М522 через особливості формування траєкторій із збільшеним до $\approx 70-90^\circ$ кутом нахилу вектора швидкості РС до горизонту для забезпечення функціонування касетної головної частини з кумулятивно-осколковими бойовими елементами в момент відділення від ракетної частини.	

3. Основні характеристики сімейства некерованих модернізованих РС, розроблених для Міністерства оборони РФ.

У 2014 році НВО «Сплав» здало на озброєння Міністерства оборони РФ модернізовану 122-мм РСЗВ «Торнадо-Г», особливістю якої є підвищена бойова ефективність стрільби в  $\approx 2,5-3$  рази порівняно з РСЗВ «Град», потужніші головні частини, наявність у складі модернізованої БМ 2Б17-1 автоматизованих систем наведення, прицілювання, топоприв'язки та навігації [7, 22]. Крім того, сучасні системи зв'язку та цифрова система керування вогнем у складі БМ 2Б17-1 і батарейного поста керування вогнем «Капустник-Б» дозволяють використовувати для розвідки цілей, наведення та коригування ведення вогню БПЛА «Орлан» [6].

Підвищена бойова ефективність РСЗВ «Торнадо-Г» забезпечена за рахунок застосування трьох нових РС 9М538, 9М539, 9М541 з єдиною уніфікованою ракетною частиною зі зменшеною на  $\approx 6$  кг, за оцінками фахівців КБ «Південне», масою заряду сумішевого твердого палива і збільшеною в  $\approx 1,4-1,6$  рази масою ГЧ порівняно з експортними зразками РС 9М521, 9М522, 9М217, 9М218 [2, 23, 24, 25, 26]. Основні характеристики РС 9М538, 9М539, 9М541 наведено нижче.

3.1. Некерований реактивний снаряд 9М538, загальний вигляд якого подано на рис. 5, призначений для ураження відкритої

й укритої живої сили, неброньованої та легкоброньованої техніки в районах зосередження артилерійських і мінометних батерей, командних пунктів і інших цілей [23].

РС 9М538 підвищеної потужності за ефективністю у два рази перевершує штатний РС 9М22У [6]. Основні характеристики РС 9М538 наведено в табл. 5.

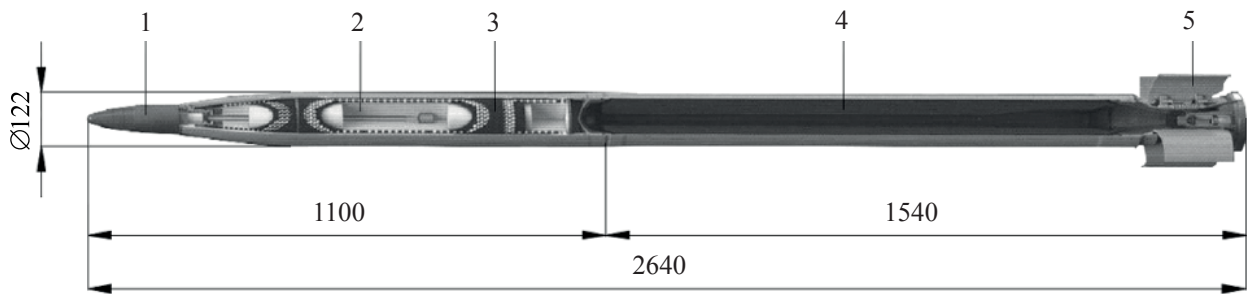


Рис. 5. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М538:  
1 – детонатор; 2 – осколково-фугасна головна частина; 3 – блок готових уражальних елементів;  
4 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 5 – стабілізатор [23]

Таблиця 5

Основні характеристики РС 9М538 [23]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	20 5
Тип головної частини	невідокремлювана осколково-фугасна підвищеної потужності з готовими уражальними елементами
Маса РС, кг	68,4
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	34,5 –
Кількість уражальних елементів (осколків), шт., у т. ч.:	
– готових масою 0,9 г сферичної форми радіусом $R = 3$ мм;	1312
– готових масою 3 г сферичної форми радіусом $R = 4,5$ мм;	2660
– від дроблення корпусу ГЧ (із середньою масою 7 г*)	4369
Маса детонатора, кг: – МРВ-У; – АЗ-НВ-48 (неконтактний)	0,71 1,25
Маса ракетної частини, кг	34

Характеристика	Значення
Довжина снаряду, мм, у т. ч.:	2640
– ракетної частини;	1540
– головної частини	1100
Тип твердого палива	сумішеве
Маса паливного заряду, кг	$\approx 19,9$
Повний імпульс тяги на Землі за $t = 20$ °С, кгс·с	$\approx 4820$
Питомий імпульс тяги на Землі, за $t = 20$ °С, с	$\approx 242,2$
Температурний діапазон бойового застосування, °С	від $-50$ до $+50$
*За оцінкою фахівців КБ «Південне», середня маса осколків $\approx 1,5$ г.	

Підвищення потужності РС 9М538 порівняно з РС 9М521 забезпечено за рахунок збільшення кількості уражальних елементів (осколків) з 3440 до 8341 шт. [2, 23].

3.2. Некерований реактивний снаряд 9М539 з відокремлюваною головною частиною підвищеної ефективності, загальний вигляд якого подано на рис. 6, призначений для ураження відкритої й укритої живої сили, неброньованої техніки, командних пунктів і інших цілей [6, 24]. Реактивний снаряд дозволяє ефективно уражати цілі за складами місцевості (зворотні схили, ущелини та ін.) і в горах за рахунок відділення головної частини від ракетної в розрахунковій точці траєкторії за командою від електронного детонатора та подальшого

її руху до цілі з використанням спеціальної парашутної системи. Ефективність ураження цим РС в середньому в шість разів вище,

ніж у штатного РС 9М22У з невідокремлюваною головною частиною [24]. Основні характеристики РС 9М539 наведено в табл. 6.

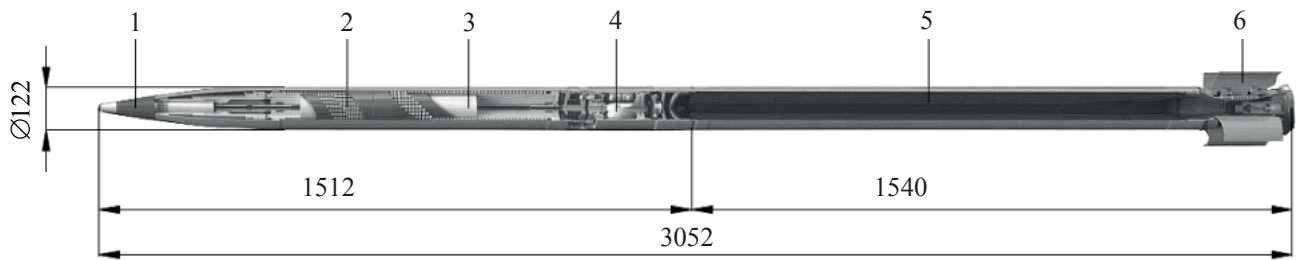


Рис. 6. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М539:

1 – детонатор; 2 – блок готових уражальних елементів; 3 – відокремлювана осколково-фугасна головна частина; 4 – парашутна система; 5 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 6 – стабілізатор [24]

Таблиця 6

Основні характеристики РС 9М539 [24]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	20 5
Тип головної частини	відокремлювана осколково-фугасна збільшеної ефективності з готовими уражальними елементами
Маса РС (без детонатора), кг	69
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	35 –
Кількість уражальних елементів (осколків), шт., у т. ч.:	
– готових масою 1,05 г сферичної форми радіусом $R = 3,2$ мм;	2525
– готових масою 3 г сферичної форми радіусом $R = 4,5$ мм;	2100
– від дроблення корпусу ГЧ (із середньою масою 1,5 г)	5400
Маса детонатора 9Э285, кг	1
Довжина снаряду, мм, у т. ч.:	3052
– головної частини	1512
Температурний діапазон бойового застосування, °С	від –50 до +50

Підвищену ефективність РС 9М539 порівняно з РС 9М522 забезпечено за рахунок збільшення кількості уражальних елементів (осколків) з  $\approx 3700$  до 10025 шт., а також за рахунок близької до вертикальної

траєкторії ГЧ у цілі і підриву ГЧ на заданій висоті [2, 24].

3.3. Некерований реактивний снаряд 9М541, загальний вигляд якого подано на рис. 7, призначений для ураження неброньованої та легкоброньованої техніки (бойові машини піхоти, бронетранспортери, самохідні артилерійські установки), живої сили, літаків і вертольотів на стоянках. РС 9М541 за ефективністю ураження зазначених цілей до десяти разів ефективніший, ніж штатний РС 9М22У [6, 25]. Основні характеристики РС 9М541 наведено в табл. 7.

Таблиця 7

Основні характеристики РС 9М541 [25]

Характеристика	Значення
Калібр, мм	122
Дальність стрільби, км: – максимальна; – мінімальна	20 5
Тип головної частини	касетна з кумулятивно-осколковими бойовими елементами
Маса РС (без детонатора), кг	67,6
Маса головної частини, кг, у т. ч.: – маса розривного заряду	33,7 –
Маса детонатора 9Э291, кг	0,7
Кількість кумулятивно-осколкових бойових елементів, шт.	70
Маса кумулятивно-осколкового бойового елемента, кг	0,233



Характеристика	Значення
Товщина пробиваної броні, мм	140–170
Довжина снаряду, мм, у т. ч.: – головної частини	3052 1512
Температурний діапазон бойового застосування, °С	від –50 до +50

Підвищену бойову ефективність РС 9М541 порівняно з РС 9М22У забезпечено за рахунок застосування касетної ГЧ із збільшеною кількістю до 70 шт. кумулятивно-осколкових бойових елементів замість осколково-фугасної ГЧ РС 9М22У [2, 25].

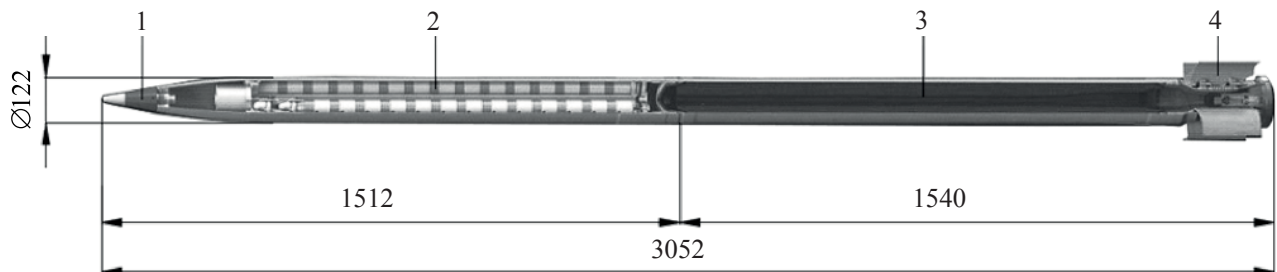


Рис. 7. 122-міліметровий некерований реактивний снаряд 9М541:

1 – детонатор; 2 – касетна головна частина з кумулятивно-осколковими бойовими елементами; 3 – ракетний двигун із зарядом твердого палива; 4 – стабілізатор [25]

## Висновки

Аналіз напрямів робіт з модернізації РСЗВ 9К51 «Град», виконаних НВО «Сплав», показав таке:

1. Модернізовану РСЗВ «Град» (шифр «Торнадо-Г») розроблено та прийнято на озброєння Міністерства оборони РФ у 2014 році в такому складі:

- модернізована бойова машина 2Б17-1;
- некеровані РС 9М538, 9М539 і 9М541;
- транспортна машина;
- засоби керування вогнем.

2. Характерною особливістю всіх трьох нових типів 122-мм РС, що становлять штатний для РСЗВ 9К51М «Торнадо-Г» боекомплект, є збільшення маси головної частини з втратою збільшення дальності стрільби. Якщо раніше розроблені в 1997–1998 роках для іноземного замовника РС серії 9М521, 9М522, 9М217, 9М218 мали максимальну дальність до 30–40 км, то нові РС 9М538, 9М539, 9М541 для РСЗВ 9К51М «Торнадо-Г» мають дальність стрільби до 20 км, відповідну максимальній дальності штатного РС 9М22У.

При цьому з метою підвищення бойової ефективності істотно в  $\approx 2$  рази збільшено масу ГЧ порівняно з масою ГЧ штатного РС 9М22У і в  $\approx 1,4$ – $1,6$  рази порівняно з масою ГЧ реактивних снарядів, розроблених для іноземного замовника. Підвищення потуж-

ності ГЧ РС 9М538 і 9М539 забезпечено за рахунок збільшення кількості уражальних елементів (осколків) до  $\approx 8341$  шт. і до  $\approx 10025$  шт. відповідно.

3. З метою обґрунтування вибору напрямів робіт з подальшого поліпшення ТТХ розробляваного ДП «КБ «Південне» РС для РСЗВ типу 9К51 «Град» необхідно організувати проведення проектних робіт з аналізу підвищення потужності ГЧ і ефективності РС за рахунок збільшення кількості уражальних елементів і відповідно маси ГЧ, застосування відокремлюваної ГЧ, а також інших технічних рішень, реалізованих під час розробляння РС 9М521, 9М522, 9М538 і 9М539.

## Список використаної літератури

1. Кісліцин А. М., Полегенько О. Ф. Развитие та модернізація сучасних реактивних систем залпового вогню. Збірник наукових праць. Київ. Вип. № 4 (75), 2019. С. 155–167.
2. Реактивные системы залпового огня / С. В. Гуров / Под общей редакцией академика РАН Н. А. Макаровца / Тула-2006 / 425 с.
3. Капустник-Б. Комплекс средств автоматизированного управления огнем (индекс 1В126). URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/kompleksy-sredstv-avtomatizirovannogo-upravleniya-ognem-artillerii/kapustnik-b/>

4. 122-мм реактивная система залпового огня 9К51М «Торнадо-Г» БМ 2Б17-1. URL: [http://zonwar.ru/artileru/reakt\\_sistem.html/Tornado-G.html](http://zonwar.ru/artileru/reakt_sistem.html/Tornado-G.html)
5. Реактивная система залпового огня «Торнадо». URL: <https://militaryarms.ru/voennaya-texnika/artilleriya/rszo-tornado/>
6. Удар «Торнадо». Секреты самой мощной реактивной системы залпового огня России. URL: <https://tass.ru/armiya-i-opk/5801642>
7. 9К51М «Торнадо-Г», 122-мм реактивная система залпового огня. URL: <https://www.arms-expo.ru/armament/samples/1216/65431/>
8. Российские РСЗО: дальше, точнее, эффективнее. URL: <https://studylib.ru/doc/693908/>
9. Осколочно-фугасный снаряд 9М521. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grad/9m521.htm>
10. Реактивная система залпового огня «Град». Модернизированная боевая машина 2Б17 РСЗО «Град» с АСУНО и АПП ОАО «Мотовилихинские заводы». Презентационные материалы
11. Реактивный снаряд М21ОФ. Требования к приемно-сдаточным испытаниям на безопасность и кучность. Комплект РКД. Чертеж № 3-017200 «10»
12. Таблицы стрельбы осколочно-фугасными снарядами М-21ОФ. Воениздат МО СССР, М. 1975.
13. Торнадо-Г. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Торнадо-Г>
14. 9М521. 122-мм неуправляемый осколочно-фугасный реактивный снаряд с головной частью повышенного могущества. URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/boeripasy/9m521/>
15. 9М522. 122-мм неуправляемый осколочно-фугасный реактивный снаряд с отделяемой осколочно-фугасной головной частью (индекс 9М522). URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/boeripasy/9m522/>
16. 9М217. 122 мм неуправляемый реактивный снаряд с самоприцеливающимися боевыми элементами (индекс 9М217). URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/boeripasy/9m217/>
17. 9М218. 122-мм неуправляемый реактивный снаряд с кумулятивно-осколочными боевыми элементами (индекс 9М218). URL: <http://roe.ru/catalog/sukhoputnye-vosyka/boeripasy/9m218/>
18. TRG-122 Guided Rocket – Roketsan. URL: [www.roketsan.com.tr/en/product/trg-122-guided-rocket/](http://www.roketsan.com.tr/en/product/trg-122-guided-rocket/)
19. Осколочно-фугасный снаряд 9М522 с отделяемой ГЧ. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grad/9m522.htm>
20. Снаряд 9М217 с касетной ГЧ. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grad/9m217.htm>
21. Реактивный снаряд 9М218 с касетной ГЧ. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/grad/9m218.htm>
22. ПАО «Мотовилихинские заводы» выполнило госконтракт по РСЗО «Торнадо-Г». URL: <https://topwar.ru/164625-пао-motovilihinskie-zavody-vypolnilo-goskontrakt-po-rszo-tornado-g.html>
23. Неуправляемый реактивный снаряд 9М538. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/8779/8779.shtml>
24. Неуправляемый реактивный снаряд 9М539. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/8780/8780.shtml>
25. Неуправляемый реактивный снаряд 9М541. URL: <http://rbase.new-factoria.ru/missile/wobb/8781/8781.shtml>
26. 122-мм реактивные снаряды для РСЗО «Торнадо-Г». URL: <https://bmpd.livejournal.com/3326341.html>

Стаття надійшла 07.10.2020