

УДК: 623.46.017

DOI: 10.53816/20753608_2024_2_134

**СПОСОБЫ СТАБИЛИЗАЦИИ РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ РСЗО
(РЕТРОСПЕКТИВА; ОБЪЕКТИВНЫЕ И СУБЪЕКТИВНЫЕ ФАКТОРЫ,
ПОВЛИЯВШИЕ НА СПОСОБ СТАБИЛИЗАЦИИ
РЕАКТИВНЫХ СНАРЯДОВ РСЗО). ЧАСТЬ 2
(К 60-летию принятия на вооружение РСЗО «Град»)**

**MRLS ROCKET PROJECTILES STABILIZING METHODS
(RETROSPECTIVE; OBJECTIVE AND SUBJECTIVE FACTORS THAT
INFLUENCED THE METHOD OF MRLS ROCKET PROJECTILES STABILIZING).
PART 2 (To the 60th anniversary of the adoption of the Grad MRLS)**

По представлению чл.-корр. РАРАН Б.Э. Кэрта

В.В. Ерохин, М.Е. Долганов, Б.А. Авотынь

АО «НПО «СПЛАВ» им. А.Н. Ганичева

V.V. Erokhin, M.E. Dolganov, B.A. Avotyn

Статья посвящена трем периодам развития отечественных реактивных систем залпового огня (РСЗО), в которых последовательно применялись аэродинамический (снаряды М-13), турбореактивный (снаряды М-14-ОФ) и снова аэродинамический (снаряды 9М22) способы стабилизации реактивных снарядов (РС) РСЗО на траектории. Важной подсистемой РСЗО является подсистема пуска РС — боевая машина (БМ), требования к которой (в истории с рождением РСЗО «Град») непосредственно влияют на конструктивное исполнение узлов стабилизации подсистемы поражения РСЗО — РС. Способ стабилизации также диктуется требуемой дальностью стрельбы и характеристиками рассеивания. Иногда может директивно задаваться для использования уже отработанных конструктивных схем. И, безусловно, отпечаток на конструкцию снаряда накладывают компетенции головного предприятия-разработчика, смена которого может коренным образом изменить облик образца.

Ключевые слова: реактивные системы залпового огня, методы стабилизации реактивных снарядов на траектории, рассеивание реактивных снарядов.

Abstract: The article is devoted to three periods of development of indigenous multiple rocket launcher systems (MRLS), in which aerodynamic (M-13 projectiles), turbojet (M-14-OF projectiles) and again aerodynamic (9M22 projectiles) MRLS rocket projectiles (RPs) stabilizing methods were successively used on the trajectory. An important subsystem of the MRLS is the RPs launch subsystem — launch vehicle (LV), the requirements for which (in the history of the creation of the MRLS «Grad») directly affect the design of the stabilization units of the MRLS destruction subsystem — RPs. The stabilizing method is also determined by the required firing range and measures of dispersion. Sometimes it can be prescriptively specified for the use of already proven design schemes. And, of course, the competence of the parent company-developer leaves an imprint on the design of the projectile, the change of which can radically change the appearance of the sample.

Keywords: multiple rocket launcher systems, stabilizing methods for rocket projectiles on their trajectory, dispersion of rocket projectiles.

Третье поколение РСЗО связывают с появлением РСЗО «Град», использующей РС с аэродинамическим стабилизатором [1], хотя в то время существовал принятый на вооружение в 1953 году тактический комплекс «Коршун» с оперенными снарядами. Также иногда [2] РС 9М22У «Града» сравнивают с зенитными РС «Тайфун» (Германия) и РС «Стриж» (СССР). Это методически неверно, поскольку предназначение этих РС — совершенно разное и требования к РС — тоже разные. Рассмотрим эти вопросы подробнее.

В 1944 году под руководством оберштурмбанфюрера СС Вернера фон Брауна начались испытания системы зенитного огня «Тайфун», предназначенной для уничтожения «летающих крепостей» союзников, которые совершали массированные налеты на территорию Германии.

Одна батарея состояла из 12 пусковых установок по 30 винтовых направляющих в каждой, придающих выстреливаемым снарядам вращательное движение. Стабилизация снаряда осуществлялась четырехкрылым стабилизатором, жестко закрепленным на корпусе снаряда, с косонаправленными (около 1°) аэродинамическими плоскостями (рис. 1).

За счет этого снаряд имел вращение (до 150 об/мин), частично компенсирующее эксцентриситет тяги. Рассеивание составляло 1/140 от наклонной дальности стрельбы. Боевая часть (БЧ) ракеты содержала 0,7 кг взрывчатого вещества. РС «Тайфун» разрабатывался в двух вариантах: «Тайфун-Р» (с твердотопливным пороховым двигателем) и «Тайфун-Ф» (с жидкостным двигателем).

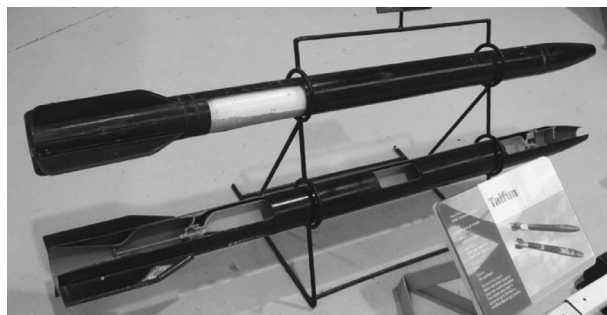


Рис. 1. РС «Тайфун» в музее RAF (Косфорт, Шропшир, Англия)

Твердотопливный вариант имел одношапечный двигатель весом 11,6 кг. Двигатель развивал тягу 2100 кг в течение 1,5...1,7 с, за это время снаряд набирал скорость порядка 1150 м/с, что позволяло достигать высоты около 16 км (с фугасной ГЧ). Снаряд «Тайфун-Р» с фугасной и осколочной боевыми частями имел следующие основные расчетные характеристики (таблица). Жидкостной вариант «Тайфун-Ф» был оснащен жидкостно-реактивным двигателем фирмы «Электромеханишверке». В качестве топлива использовалась самовоспламеняющаяся комбинация окислителя (98...100 %-я азотная кислота) и горючего (смеси бутилового эфира с анилином). Общий вес компонентов топлива — 8,32 кг. Подача компонентов была вытеснительной, необходимое давление создавал пороховой газогенератор.

Корпус боевой части выполнен из стали толщиной 0,7 мм. Он штамповался из двух половинок, которые затем сваривались между собой. В переднюю часть вваривалась резьбовая втулка, в которую вворачивался ударный взрыватель.

Таблица

Основные характеристики вариантов снаряда «Тайфун-Р»

Характеристики	РС с фугасной БЧ	РС с осколочной БЧ
Калибр, мм	100	
Длина, мм	1900	
Размах лопастей стабилизатора, мм	220	
Вес РС, кг	25	35
Вес БЧ РС, кг	2,4	10
Вес ВВ, кг	0,7	
Вес порохового заряда, кг	11,6	
Максимальная скорость, м/с	1100	750
Максимальная высота полета, м	16000	13000
Боевая высота, м	10000	
Время полета на высоту 10000 м, с	16	24

Зажигание двигателя происходило индукционным способом. В каждой направляющей имелась катушка, которая питалась от высокочастотного генератора (мощностью 3 кВт; напряжением 40 В; частотой 1 кГц). Вторичная катушка располагалась в ракете между боевой частью и воспламенителем. Она имела 30 витков изолированного провода диаметром 0,4 мм. В ней индуцировался ток 0,5 А, напряжением 1 В, который разогревал спираль и поджигал воспламенитель. Мощности одного генератора хватало для запуска ракет с 30 пусковых установок.

По своим весогабаритным характеристикам ракета «Тайфун» была близка к советскому РС М-13 (мало известная модификация «Катюши» под РС М-13 на тракторном шасси представлена на рис. 2). РС М-13 имеет длину 1,41 м (Тайфун — 1,97 м), диаметр — 132 мм (Тайфун — 100 мм), масса — 42,3 кг (Тайфун — 25 или 35 кг). По массе полезной нагрузки «Тайфун» значительно уступал М-13: масса боевой части снаряда М-13 равна 22 кг (Тайфун — 2,4...10 кг), масса взрывчатого вещества — 4,9 кг (Тайфун — 0,7 кг).

Несколько образцов ракет «Тайфун» Р и F стали трофеями Красной армии, и по постановлению Совета Министров (СМ) СССР № 4811-2092 от 01 декабря 1950 года КБ-2 (в 1951 году КБ-2 было переименовано в НИИ-642) под руководством А. Надирадзе был разработан их отечественный аналог РЗС-115 «Стриж», превосходящий немецкий аналог по всем показателям:

- длина — 2940 мм (Тайфун — 1970 мм);
- калибр — 115,2 мм (Тайфун — 100 мм);



Рис. 2. Пусковая установка М-13 на шасси трактора СТЗ-5

- масса — 53,65 кг (Тайфун — 25 или 35 кг);
- масса ВВ — 1,6 кг (Тайфун — 0,7 кг).

Корпус двигателя тонкостенный с теплоизоляционным покрытием. Боевая часть предназначена для поражения самолетов фугасным действием при прямом попадании или дистанционно при срабатывании от головного взрывателя.

Аналог «Тайфуна-Ф» — РС «Чирок» с жидкостным двигателем для РСЗО Сухопутных войск (СВ), обеспечивал превосходство над «Стрижем» в дальности на 25 %, однако требовал усложнения конструкции и эксплуатации (те же причины, по которым военными был отклонен тактический комплекс «Коршун»).

РС «Стриж» был предназначен для комплексов неуправляемого ракетного оружия противосамолетной обороны «Ворон». Батарея, состоявшая из 12 пусковых установок, должна была за 5...7 с выпускать до 1440 РС. Пусковая установка спроектирована ленинградским ЦНИИ-58 под руководством артиллерийского конструктора Василия Грабина. Она была буксируемой и несла на себе 120 трубчатых направляющих, причем этот пакет имел возможность кругового обстрела и максимальный угол возвышения 88°. Но самолеты тем временем стали летать на высотах до 20 км, и поэтому эта система оказалась бесполезной.

3 января 1956 года председатель Совета министров СССР подписал Постановление за номером 17 о начале разработки на основе реактивного снаряда «Стриж» осколочно-фугасного боеприпаса для РСЗО СВ. Работы поручаются тому же НИИ-642. Однако через год НИИ-642 (бывшее КБ-2) приказом Минавиапрома от 6 ноября 1957 года было переориентировано на создание противокорабельных авиационных управляемых ракет семейства «Щука», а также самонаводящихся и управляемых бомб.

Практически в те же сроки с описанными работами был разработан наиболее мощный на то время тактический комплекс 2К5 «Коршун» со спиральными направляющими для шести оперенных жидкостных ракет калибра 250 мм с дальностью стрельбы 55 км.

Комплекс «Коршун» проектировался ОКБ-3 НИИ-88 (п. Подлипки Московской области) по Постановлению Совета Министров СССР от 19 сентября 1953 года № 2469-1022 под руководством главного конструктора Д.Д. Севрука



Рис. 3. Тактический комплекс 2К5 «Коршун»



Рис. 4. А.И. Яскин

практически одновременно с работами по «Чирку». Ракета ЗР7 оснащалась жидкостным ракетным двигателем СЗ.25, топливные баки располагались последовательно, на хвостовом отсеке жестко закреплялись четыре съемных стабилизатора, располагавшихся под углом к оси ракеты, для обеспечения ее вращения. В качестве горючего использовался авиационный керосин, окислитель — азотная кислота. Пусковая установка 2П5 с шестью направляющими проектировалась в ЦКБ-34 (г. Ленинград) под большегрузный автомобиль Ярославского автомобильного завода ЯАЗ-214 (впоследствии КраЗ-214). Серийное производство комплекса началось в 1957 году и продолжалось до августа 1959 года (рис. 3).

К этому времени НИИ-1 отошел от разработки неуправляемых снарядов для систем залпового огня и сосредоточил усилия на создании управляемых ракет на твердом топливе для систем оперативно-тактического назначения (первое направление работ, признанных приоритетными при его образовании, см. выше).

В 1957 году СКБ-203, теперь ОАО НПП «Старт», главный конструктор Александр Иванович Яскин (рис. 4), Главным ракетно-артиллерийским управлением (ГРАУ) было поручено создать боевую машину РСЗО СВ (не менее 30 направляющих под РС на базе РС «Стриж») для замены БМ-14-17 с турбореактивными снарядами калибра 140 мм и дальностью стрельбы 10 км.

Ведущие конструкторы СКБ-203 А.М. Миткевич и В.И. Кошкарров в 1959 году разработали

эскизный проект боевой машины с РС «Стриж», имеющими жесткий стабилизатор. Из-за ограничений на железнодорожный габарит на пусковой установке размещались только 12...16 реактивных снарядов, что не удовлетворило Заказчика. Работа зашла в тупик. Было необходимо уменьшить поперечные габариты снаряда, чтобы увеличить их количество на БМ, как, например, в БМ-14-17 (рис. 5).

Дело оставалось за малым: найти исполнителя для разработки РС, что было непросто: мало кто отваживался взяться за работу по собственной инициативе (пример А.Г. Костикова был еще свеж).



Рис. 5. Трубчатые направляющие БМ-14-17

Переговоры с директором и главным конструктором артиллерийского завода № 66 в г. Челябинске окончились безрезультатно. Отказался от сотрудничества и главный конструктор Свердловского завода имени М.И. Калинина Л.В. Люльев — его производство было загружено изготовлением зенитной управляемой ракеты ЗМ8 для комплекса армейской ПВО «Круг».

В конце 1958 года в ГРАУ Яскина познакомили с главным конструктором НИИ-147 Александром Никитовичем Ганичевым (рис. 6). НИИ-147 занимался разработкой конструкций и технологий производства артиллерийских гильз в условиях массового производства. До 1958 года в его тематике работ по реактивной технике не было. Исключительный природный ум и целеустремленность А.Н. Ганичева позволили ему быстро оценить перспективность предложенной работы. Он увидел возможность изготовить корпус РС по гильзовой технологии глубокой вытяжки. В 1958 году были проведены поисковые работы, результаты которых позволили установить возможность использования малоуглеродистых сталей вместо высоколегированных, упрочняемых в процессе холодной пластической деформации для изготовления корпусов пороховых реактивных двигателей.

Использование метода холодной деформации дало возможность заменить дефицитные высоколегированные стали малоуглеродистой сталью и создать прогрессивные технологические процессы, приемлемые для серийного и массового производства.

Указанное направление в работе института в августе 1958 года было одобрено военно-промышленной комиссией Совета Министров СССР и в плане опытно-конструкторских работ на 1959 года, утвержденном министром оборо-



Рис. 6. А.Н. Ганичев

ны СССР и согласованном с Государственным комитетом Совета Министров СССР по оборонной технике, появилась разработка дивизионной РСЗО. Главным исполнителем назначен московский НИИ-24 (ныне Научно-исследовательский машиностроительный институт имени Бахирева), в то время бывший основным разработчиком боеприпасов. НИИ-147 (г. Тула) доверялась разработка двигателя. Фактически это был конкурс на лучший эскизный проект. В марте 1959 года были утверждены «Тактико-технические требования на опытно-конструкторскую работу № 007738».

Уже через месяц-другой¹ НИИ-147 выслал в СКБ-203 габаритно-массовый чертеж нового РС со складывающимся оперением, в собранном положении не выходящим за калибр снаряда, конструкция которого была разработана инженером НИИ-147 А. И. Савельевым [3–5]. По некоторым источникам [6], использовав эскизную проработку, выполненную в СКБ-203. Сложенные стабилизаторы до заряжания в трубу удерживались

¹ Из письма военпреда ГАУ №148 при СКБ-203 инженер-майора Рензина на имя Врид Начальника 5-го управления АНТК ГАУ инженер-полковника Пинчука Ю.Т.: «... Разработка предложений по проекту боевой машины 2Б5 велась на основании:

1. Технического задания на опытно-конструкторскую работу, выданного СКБ-203 НИИ-24 от 17 марта 1959 года;
2. Чертежа общего вида снаряда с раскрывающимися стабилизаторами, выданного НИИ-147 с письмом № 02045 от 29 апреля 1959 года;
3. Чертежей двух вариантов маршевого прямоточного двигателя — приставки к снаряду, высланных НИИ-24 в письме № 02038/156 от 9.05.1959;
4. Чертежа общего вида снаряда, высланного НИИ-24 с письмом № 01200/156 от 18 марта 1959 года;
5. Чертежа снаряда с жестким оперением, высланного НИИ-24...».

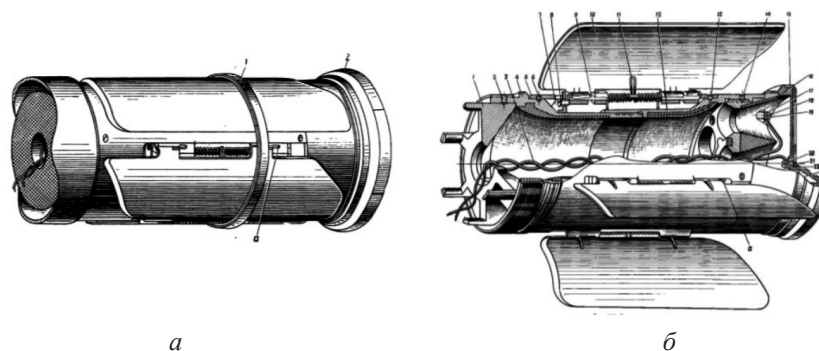


Рис. 7. Блок стабилизаторов РС 9М22: а — блок стабилизатора в транспортном положении; б — стабилизаторы в раскрытом положении

специальным кольцом, которое снималось при зарядании [7].

Конструкция складывающихся лопастей стабилизатора применяется во всех современных снарядах и ракетах РСЗО отечественной и зарубежной разработки. Внешне они все похожи, однако для каждой дальности стрельбы существует свой эксклюзивный профиль, геометрия, включающие толщину лопасти, профиль передней и задней кромок, угол между плоскостью лопасти и осью снаряда и др. Для каждого снаряда проводится большой объем теоретических и экспериментальных работ по определению оптимальных характеристик лопасти, узла ее крепления и раскрытия для различных скоростей полета с целью обеспечения устойчивого полета снаряда. Дополнительную сложность представляет различие в угловых скоростях вращения реактивного снаряда (так, в конце активного участка траектории и в вершине траектории угловые скорости различаются в 3...5 раз). По материалам отечественной открытой печати известны:

- результаты проектирования и испытаний замков лопасти [8–10];
- выбор формы раскрывающихся лопастей стабилизатора по винтовой линии и их ориентации относительно ведущего штифта [11];
- результаты отработки лопастей переменной толщины [12, 13];
- предложения по предотвращению передачи вибрационных нагрузок с лопастей на выходной раструб составного сопла [14];
- результаты отработки формы, размеров и кромок лопасти [15–18];
- мероприятия по уменьшению влияния индуцированного момента крена дугообразных лопастей [21].

В транспортном положении стабилизаторы удерживались пусковой трубой, а после выхода из направляющей они с помощью пружин раскрывались и фиксировались (рис. 7).

Складывающееся оперение в ином виде, применялось армией США в конструкции выпущенного с 1943 года реактивного авиационного снаряда М8 массой 17,6 кг. РС имел длину 911 мм и калибр 114 мм (рис. 8).

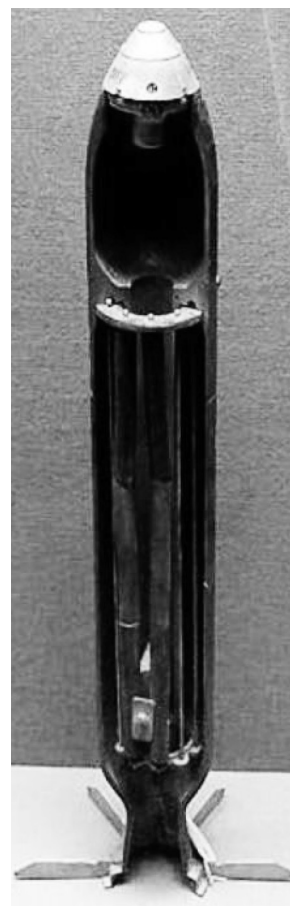


Рис. 8. Реактивный авиационный снаряд М8 (США)

Судя по открытым источникам, в 50–60-е годы исследования по использованию в снарядах оперения, складывающегося в транспортном состоянии по образующей корпуса, проходили в США очень интенсивно. Например, в более поздних работах (70-е годы) есть ссылки на исследования, отчеты по которым опубликованы:

– в 1958 году Pratt, A.V., «The Aerodynamic Characteristics of a Rocket with a Wrap Around Fin (WAF)», то есть складывающиеся стабилизаторы в виде части цилиндра, прикрепленные к корпусу с помощью подпружиненного шарнира [Technical Report AMR-SS-06-15, Apr. 2006]. Configuration», NOTS TN 4065-22, Nov. 1958;

– в 1960 году Featherstone H.A. «The Aerodynamic Characteristics of Curved Tail Fins», ERRR-PO-019, 26.09.60.

Известен также патент US2793591A от 28.05.1957, в котором предлагается конструкция узла стабилизации со складывающимися по окружности лопастями. Однако перечисленные предложения не были реализованы, разработка новых систем РСЗО в США возобновилась только с началом Корейской войны.

Таким образом, в серийном реактивном снаряде «Град» впервые в мире применено раскрываемое при старте оперение из четырех изогнутых лопастей, плотно прилегающих к цилиндрической поверхности хвостового отсека и не выходящих за габариты снаряда. Удалось получить компактную ракету, вписывающуюся в трубчатую направляющую с винтовым П-образным пазом для первоначальной закрутки ракеты с помощью ведущего штифта. В полете стабилизация снаряда обеспечивалась с помощью косо поставленных (под углом 1° к продольной оси снаряда) лопастей

стабилизатора. Двигатель обеспечил заданную дальность стрельбы — 20 км. Новый способ массового изготовления корпусов камер для реактивных двигателей РСЗО методом глубокой вытяжки позволил удешевить производство боеприпасов в десятки раз. Кстати, в 1963 году, когда эти снаряды начали поступать на вооружение, такой дальности не имели даже 122-мм пушки!

30 мая 1960 года вышло Постановление Совмина № 578-236 о начале полномасштабных работ по «полевой дивизионной реактивной системе «Град». Главным исполнителем системы был назначен НИИ-147. СКБ-203 разрабатывало пусковую установку; НИИ-6 — твердотопливные заряды; ГСКБ-47 — снаряжение боевых частей.

122-мм осколочно-фугасный снаряд 9М22 (М-210Ф) с взрывателем МРВ (9Э210) (рис. 9) имел длину 2870 мм (115,5-мм зенитный реактивный снаряд «Стриж» — 2940 мм) и полный вес 66 кг (РС «Стриж» — 53,7 кг).

Взрыватель МРВ предусматривал три установки: на мгновенное действие, на малое замедление и на большое замедление. Головная часть весом 18,4 кг содержала 6,4 кг взрывчатки (РС «Стриж» — 1,6 кг) (рис. 10).

По осколочному действию снаряд 9М22 был в два раза эффективнее снаряда М-140Ф, а по фугасному — в 1,7 раза. Ракетный заряд 9Х111, разработанный для РС 9М22 под руководством Б.Н. Фомина, был изготовлен из пороха марки РСИ-12М и состоял из двух цилиндрических шашек — головной и хвостовой общим весом 20,45 кг (РС «Стриж» — 18,75 кг), помещенных в стальной корпус двигателя, выполненный из двух цилиндрических секций, связанных



Рис. 9. РС РСЗО «Град»

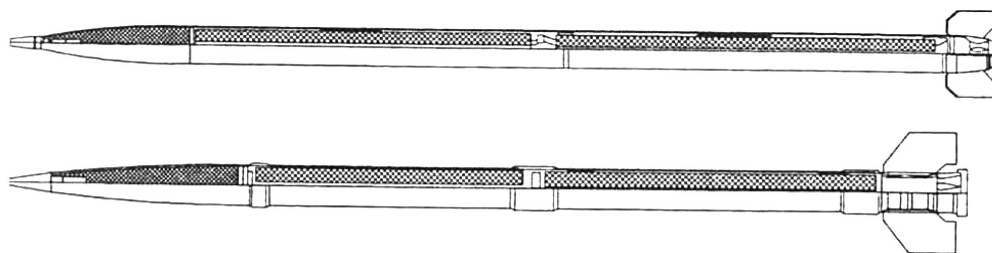


Рис. 10. Сравнение реактивных снарядов «Стриж» (вверху) и «Град» (внизу)

резьбовым соединением. Рецептура РСИ-12М разработана сотрудником НИИ-6 В.С. Лерновым и состоит из ксилидина, нитроглицерина, динитротолуола и централита. В состав заряда входили также катализаторы и технологические добавки. На внутреннюю поверхность корпуса двигателя было нанесено теплозащитное покрытие В-58 толщиной в треть миллиметра. Оно обеспечивало не только предохранение стального корпуса от нагрева и снижения прочности, но также существенно сокращало потери выделяющейся при сгорании энергии топлива на прогрев конструкции, обеспечивало требуемые удельный импульс и повышенную скорость горения заряда.

Сопловой блок, как и в РС БМ-20 и РС «Стриж», состоял из центрального и шести периферийных сопел. Сопла в сверхзвуковой части имели форму конуса с углом 30° . Диаметр критического сечения сопла составлял около 19 мм, а среза сопла — 37 мм. Тяга двигателя — не менее 4,1 т.

Максимальная дальность стрельбы 9М22 — 20,4 км, а минимальная — 5 км. На максимальной дальности стрельбы рассеивание по дальности составляло 1/130, а боковое — 1/200 (РС «Стриж» — 1/144).

Скорость схода снаряда с направляющих — 50 м/с, а максимальная скорость снаряда — 715 м/с (РС «Стриж» — 718...783 м/с).

Для улучшения кучности при стрельбе на дистанции от 12 до 15,9 км на снаряд 9М22 надевалось малое тормозное кольцо, а при стрельбе до 12 км — большое тормозное кольцо. Таким образом, при прочих сравнимых характеристиках РС 9М22 нес 6,4 кг ВВ (Тайфун — 0,7 кг; Стриж — 1,6 кг).

Топливный заряд был отделен от стенок камеры двигателя зазором 4 мм головной полузаряд и 9 мм — хвостовой. Фиксация полузарядов осуществлялась посредством наклеенных

на каждый из них шести «сухарей» размером 50 мм × 10 мм, изготовленных из того же топлива РСИ-12М. Торцы полузарядов бронировались наклеенными шайбами из нитрополиуима.

Между полузарядами размещался воспламенитель (80 г крупнозернистого дымного пороха КЗДП-1 и 2 г пороха ДРП-1, находящиеся в отдельных перкалевых мешочках). Ток на два электрозапала МБ-2Н подавался по проводам, проложенным через центральное сопло и канал хвостового полузаряда. Суммарная масса двух полузарядов с «сухарями» и шайбами составляла 20,6 кг, корпуса ракетной части — 24,5 кг (со стабилизаторами — 26,4 кг).

К началу шестидесятых годов считалось необходимым еще в мирное время накопить достаточный запас боеприпасов и хранить его до того, как они потребуются. Исходя из этого, был установлен гарантийный срок хранения реактивных снарядов 20 лет.

Компоновку боевой машины разработал ведущий конструктор СКБ-203 Ватолин В.В. по техническим решениям, апробированным при разработке БМ-14-17 и 9П12 зенитного комплекса «Куб» [6] (рис. 11).

В БМ-21 системы «Град» применено шасси новейшего на то время автомобиля повышенной проходимости «Урал-375». Автомобиль имел три ведущих моста. Грузоподъемность «Урал-375» позволила разместить на нем пакет из 40 трубчатых направляющих внутренним диаметром 122,4 мм, длиной 3 м (4 ряда) (рис. 12), в то время как, например, на боевой машине БМ-24 направляющих было всего 12, а на БМ-13 — 16.

Конструктивно боевая машина БМ-21 отличалась более современной и продуманной компоновкой — большинство механизмов наведения было укрыто под кожухами люльки и поворотного основания. Наряду с эстетичным



Рис. 11. Пусковая установка 9П12 зенитного комплекса «Куб»



Рис. 12. БМ-21

видом это обеспечивало большую надежность устройств и агрегатов при эксплуатации. Для ускорения операций по разворачиванию на боевых позициях и свертыванию вместо обычного вывешивания боевой машины на домкратах для повышения устойчивости при пуске реактивных снарядов предусматривалось отключение подпрессоривания задних мостов.

На внутренней поверхности трубы имелся винтовой П-образный паз под штифт реактивного снаряда, обеспечивающих закручивание снаряда в направляющих. Для наведения пакета в вертикальной плоскости (до 55°) использовался подъемный зубчатый механизм. Наведение по направлению обеспечивал поворотный механизм, включающий зубчатую шестерню и зубчатую внутреннюю поверхность погона (до 70° вправо и до 110° влево от направления вперед по продольной оси боевой машины). В пределах горизонтального сектора наведения до $\pm 34^\circ$ над кабиной минимальный угол возвышения ограничивался величиной 11° .

Впервые примененный на реактивной системе залпового огня электропривод обеспечивал скорости наведения до $5^\circ/\text{с}$ по вертикали и до $7^\circ/\text{с}$ по горизонтали. При необходимости допускалось и ручное наведение. Торсионный уравнивающий механизм представлял собой два пакета пружин, работающих на кручение. Длина боевой машины в походном положении составляла 7,35 м, ширина — 2,4 м, высота — 3,09 м, масса (без боекомплекта) — 10,87 т, а в боевом положении — 13,7 т. Боевые машины комплектовались радиостанциями Р-106М.

В результате огромного объема экспериментальных работ [5] была создана реактивная система залпового огня, уже в течение 60 лет являющаяся эталоном и до сих пор с успехом применяемая более чем 50 армиями мира.

Таким образом, в этом периоде развития РСЗО и аналитически (анализируя опыт использования турбореактивных снарядов), и директивно (в условиях, требующих использования результатов отработки удачного образца для зенитной системы), и технологически (удачно применив компетенции изготовления гильз артиллерийских снарядов), и, наконец, организационно (используя опыт, работоспособность и энтузиазм руководства и сотрудников НИИ 147) обоснован облик РСЗО, ставшей примером для подражания многих и многих отечественных и зарубежных аналогов.

Литература

1. Воротников О.С. Развитие ракет полых реактивных систем залпового огня в XX веке. Дисс. на соиск. уч. степ. к.т.н. М.: Институт истории естествознания и техники им. С.И. Вавилова. 2006. 210 с.
2. Широкопад А.Б. «Град» — сын «Стрижа Тайфуновича» // Газета «Независимое военное обозрение». 21.03.2008.
3. Коровин В.Н. Проекция Денежкина. М.: Изд. «Студия «Этника»», 2022. 304 с.
4. Реактивная система залпового огня «Град». Вчера, сегодня, завтра. 50 лет в строю / ОАО «НПО «СПЛАВ»». Тула: РИФ «Элин», 2013. 176 с.

5. Старт в будущее. Екатеринбург: Изд. Дом «Пакрус», 2009. 232 с.
6. Александров С. Из истории боевой техники. Рождение «Града» // «Техника-молодежи». 2003. №4. С. 30-35.
7. Полезная модель: пат. 115461 Росс. Федерация. № 2011151220/11; заявл. 14.12.2011; опубл. 27.04.2012.
8. Реактивный снаряд с раскрывающимся оперением: пат. 2096646 Рос. Федерация. № 96111121/06; заявл. 03.06.1996; опубл. 20.11.1997. 6 с.
9. Аэродинамический стабилизатор реактивного снаряда залпового огня: пат. 2313761 Росс. Федерация. № 2006115412/02; заявл. 04.05.2006; опубл. 27.12.2007.
10. Стабилизирующее устройство реактивного снаряда: пат. 2321823 Росс. Федерация. № 2006127810/02; заявл. 02.08.2006; опубл. 10.04.2008.
11. Неуправляемый реактивный снаряд, запускаемый из трубчатой направляющей: пат. 2115882 Росс. Федерация. № 97104463, заявл. 20.07.1998; опубл. 10.11.1998.
12. Неуправляемый реактивный снаряд: пат. 2151367 Росс. Федерация. № 99117845; заявл. 16.08.1999; опубл. 20.06.2000.
13. Блок стабилизатора вращающегося реактивного снаряда: пат. 2181475 Росс. Федерация. № 2001122028/02; заявл. 08.08.2001; опубл. 20.04.2002.
14. Хвостовой блок вращающегося реактивного снаряда: пат. 2182309 Росс. Федерация. № 2001122029/02; заявл. 08.08.2001; опубл. 10.05.2002.
15. Стабилизатор сверхзвукового реактивного снаряда: пат. 2328695 Росс. Федерация. № 2006131790/02; заявл. 04.09.2006; опубл. 10.03.2008.
16. Вращающийся сверхзвуковой реактивный снаряд: пат. 2166178 Росс. Федерация. № 2000107028; заявл. 23.03.2000; опубл. 27.04.2001.
17. Стабилизатор сверхзвукового реактивного снаряда: пат. 2176066 Росс. Федерация; № 2001107107/02; заявл. 20.03.2001; опубл. 20.11.2001.
18. Вращающийся реактивный снаряд, запускаемый из трубчатой направляющей: пат. 2773057 Росс. Федерация. № 2021136048; заявл. 07.12.2021; опубл. 30.05.2022.
19. Вращающийся реактивный снаряд: пат. 2451902 Росс. Федерация. № 2011100325/11; заявл. 11.01.2011; опубл. 27.05.2012.