

УДК 629.764

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ РАКЕТЫ С НЕСТАНДАРТНЫМИ СТАБИЛИЗАТОРАМИ

© Яковлева П.С., Кумарин А.А.

*Самарский национальный исследовательский университет  
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: polina.ya03@yandex.ru

Ракетно-космическая техника является одной из приоритетных областей развития российской промышленности [1]. Но при этом отрасль испытывает нехватку молодых кадров. Для повышения осведомленности и заинтересованности молодежи в ракетно-космической отрасли предлагается разработать экспериментальную ракету-носитель с нестандартными стабилизаторами. Необычный вид стабилизаторов привлекает внимание, а также может использоваться в рекламных целях. Однако ракета должна не только выглядеть ярко и необычно, но также являться полностью функциональным устройством с большим запасом устойчивости.

Целью данной работы является создание экспериментальной ракеты-носителя с нестандартными стабилизаторами для вывода малых атмосферных аппаратов на высоту более 500 метров.

Структурная схема ракеты представлена на рисунке 1.

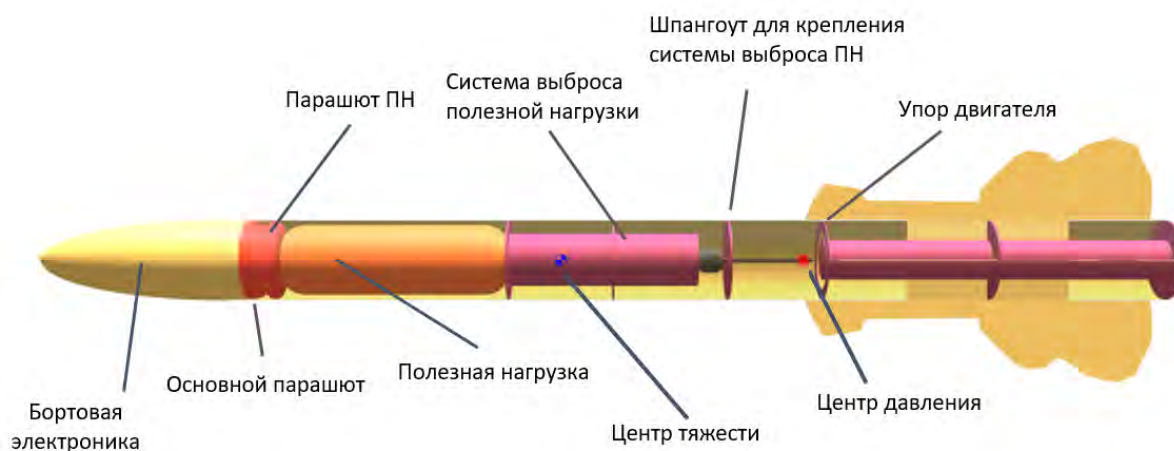


Рисунок 1 – Принципиальная схема ракеты

Основные характеристики ракеты: длина 1,08 м, максимальный диаметр 78 мм, масса 1,5 кг, Запас устойчивости 2,99 cal, апогей 585 м.

Конструкция ракеты состоит из двух основных блоков: обтекателя и основного корпуса. Внутри обтекателя располагается бортовая электроника ракеты. Разборный обтекатель позволяет быстро заменять любые части электронной составляющей ракеты и аккумулятор. Корпус ракеты представляет собой трубу из трехслойного композитного материала – стеклопластика. Внутри трубы вклеены жестяной упор для двигателя и шпангоут из того же материала для установки системы выброса полезной нагрузки. Также на корпусе с помощью 3D печатных колец крепятся стабилизаторы, которые вставляются в отверстия в корпусе для повышения прочности крепления [2].

Расчеты ракеты проводились в программе OpenRocket. Нестандартный вид стабилизаторов оказывает серьезное влияние на общую степень устойчивости ракеты. При использовании упрощенных формул расчета необходимо закладывать запас устойчивости с учетом сложности расчета необычной формы.

Основная сложность в расчете ракет с нестандартными стабилизаторами заключается в определении центра тяжести стабилизаторов для дальнейшего вычисления положений центра тяжести и центра давления ракеты. Эту проблему можно решить двумя способами: ручным расчетом центра тяжести каждого компонента ракеты и определении всех необходимых параметров при помощи формул аэродинамики или можно заложить дополнительный запас устойчивости и пренебречь расхождениями в расчетах. Так как степень устойчивости зависит в первую очередь от площади стабилизаторов, а не от их формы, в данной работе воспользуемся вторым способом.

Для стабильности работы ракеты необходимо, чтобы центр тяжести ракеты находился над центром давления, что можно наблюдать на рисунке 1. Внешний вид ракеты представлен на рисунке 2.



*Рисунок 2 – Внешний вид ракеты*

Испытания работоспособности всех систем производились посредством тестового запуска ракеты. Для полета использовался твердотопливный ракетный двигатель РД 100-0 без вышибного заряда.

Испытания показали высокую стабильность ракеты, и все системы ракеты отработали в штатном режиме.

Таким образом, в рамках данной работы был проведен расчет ракеты с нестандартными стабилизаторами. Ракета была изготовлена и прошла летные испытания. Полученные в ходе работы результаты послужат материалом для дальнейшей популяризации ракетно-космической отрасли среди молодежи.

### **Библиографический список**

1. Распоряжение Правительства РФ от 17.11.2008 № 1662-р (ред. от 28.09.2018) «О Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года» (вместе с «Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года»).

2. Sampo Niskanen. OpenRocket technical documentation. URL: <https://openrocket.info/documentation.html> (дата обращения: 31.05.2023).