

УДК 629.764

## Проектирование ракеты-носителя системы воздушный старт

Шубенков Николай Дмитриевич

nikshubenkov@mail.ru

ТУ им. А.А. Леонова (филиал МИИГАиК), Москва, Россия

**Аннотация.** Представлен проектный расчет ракеты-носителя (РН) системы воздушный старт и проведен сравнительный анализ российских самолетов-носителей. Система позволяет сократить стартовую массу РН более чем на 60 % по сравнению с наземным стартом, а также снижает затраты на топливо и инфраструктуру. Проведен конкурентный анализ с зарубежными аналогами, выявлены преимущества и недостатки воздушного старта.

**Ключевые слова:** воздушный старт, ракета-носитель, малые космические аппараты

**Введение.** В условиях роста спроса на малые космические аппараты (МКА) актуальна разработка легких РН, способных выводить МКА на орбиту независимо от крупных запусков. Воздушный старт РН позволяет снизить массу, стоимость и время подготовки, а также обеспечить гибкость пусков [1]. В работе рассматриваются технические аспекты создания отечественной системы воздушного старта.

**Методы и материалы; результаты.** Разработана двухступенчатая РН схемы «тандем» на жидких компонентах топлива (перекись водорода + керосин), массой 18 657 кг, выводящая 500 кг полезной нагрузки на НОО высотой 250 км. Расчет выполнен с учетом старта с самолета-носителя (Ил-76/Ту-160) на высоте 12–16 км. Проведен сравнительный анализ с зарубежными аналогами («Пегас», LauncherOne), выявлены преимущества и ограничения системы воздушного старта. Внимание уделено выбору топлива: перекись водорода + керосин обеспечивает высокую плотность, безопасность и простоту хранения, хотя и уступает по удельному импульсу криогенным смесям [2]. Рассмотрены возможности использования композитных материалов для повышения прочности и снижения массы конструкции. Эти материалы позволяют значительно снизить массу конструкции, повысить прочность и жесткость. Возможно применение углепластиков, стеклопластиков и металлокомпозитов для изготовления несущих конструкций, менее нагруженных элементов и высоконагруженных узлов. Применение композитных материалов позволяет также улучшить эксплуатационные характеристики: устойчивость к коррозии, агрессивным средам и перепадам температур [3]. В качестве самолета-носителя рассматриваются Ил-76 и Ту-160, обеспечивающие необходимые стартовые характеристики. Сравнительный анализ с зарубежными аналогами показал, что система воздушного старта США (Pegasus, LauncherOne) имеет ряд преимуществ: упрощение конструкции, снижение стоимости запуска. Однако существуют недостатки: необходимость сложной инфраструктуры,

дополнительные риски для пилотов и экипажа, значительные долгосрочные инвестиции.

**Сравнение ключевых параметров РН «Воздушный старт»  
и зарубежных аналогов**

| Параметр                               | РН<br>«Воздушный старт» | РН Pegasus | РН LauncherOne         |
|----------------------------------------|-------------------------|------------|------------------------|
| Масса ПН, кг                           | 500                     | 443        | 300                    |
| Стартовая масса, кг                    | 18 657                  | ~18 500    | ~25 000                |
| Тип старта                             | Воздушный               | Воздушный  | Воздушный              |
| Топливо                                | Перекись + керосин      | Твердое    | Жидкое (керосин + LOX) |
| Ступени                                | 2                       | 3          | 2                      |
| Самолет-носитель                       | Ил-76 / Ту-160          | L-1011     | Boeing 747             |
| Примерная стоимость запуска, млн долл. | ~15–20                  | 40         | 12                     |

**Заключение.** Создание отечественной системы воздушного старта РН является перспективным направлением для вывода малых спутников. Использование современных материалов и экологичных видов топлива обеспечивает конкурентоспособность с зарубежными аналогами. Система способна существенно повысить эффективность и гибкость космических запусков, укрепить позиции национальной космической программы и открыть новые возможности для развития отрасли.

**Список источников**

- [1] Гансвинд И.Н. Малые космические аппараты — новое направление космической деятельности. *Международный научно-исследовательский журнал*, 2018, № 12 (78), с. 84–90.
- [2] Зрелов В.Н., Серегин Е.П. *Жидкие ракетные топлива*. Москва, Химия, 1975, 320 с.
- [3] Рогов В.А., Шкарупа М.И., Велис А.К. Классификация композиционных материалов и их роль в современном машиностроении. *Вестник РУДН, серия Инженерные исследования*, 2012, № 2, с. 41–48.