

УДК 533.6.011+629.7.036

В.П.Гусынин, И.И.Сердюк

## АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ОТРАБОТКИ ГИПЕРЗВУКОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

*Предложен вариант авиационно-космической лаборатории для отработки и демонстрации гиперзвуковых технологий с использованием самолета-носителя Ан-225 и демонстратора на базе второй ступени ракеты-носителя "Зенит"*

В последнее время все больше обостряется комплекс проблем, касающихся эффективности космических транспортных комплексов на базе традиционных одноразовых ракет-носителей. Это в первую очередь относится к высокой стоимости выведения полезной нагрузки, низкой по сравнению с авиацией надежности запуска и длительному времени подготовки к запуску [1].

Общепризнано, что снижение стоимости выведения полезной нагрузки во многом определяется заменой одноразовых ракет-носителей системами выведения многоразового применения. Последние уже сегодня занимают надлежащее место в области средств выведения. Примером тому может служить эксплуатация в США частично многоразовой авиационно-космической системы «Пегас» [2] и большое количество прорабатываемых проектов перспективных полностью многоразовых транспортных космических систем (МТКС) [3].

Существенной проблемой МТКС является высокая степень технического риска, решение большого количества сложнейших проблем в области высокоскоростных силовых установок, аэротермодинамики, теплозащитных материалов, а также значительные финансовые затраты. Практика проектирования МТКС [4÷5] правомерно подтвердила целесообразность опережающей разработки относительно недорогих экспериментальных летательных аппаратов-демонстраторов, обеспечивающих летную отработку и высокоэффективное внедрение новых технических решений и технологий. Примером тому могут служить разработанный по программе «Энергия-Буран» летательный аппарат МЛ002-ГЛИ (аналог орбитального корабля «Буран») [6], а также разработанный в соответствии с программой RLV (Reusable Launch Vehicle) летательный аппарат «Х-34» [5].

С учетом перспективности и значимости данного направления, а также накопленного в Украине научно-технического потенциала в данной области, были разработаны концептуальные предложения по созданию авиационно-космической лаборатории (АКЛ) для отработки гиперзвуковых технологий. Проведенные исследования по перспективным авиационно-космическим системам «МАКС», «HOTOL», «Связь», «RADEM» показали, что можно создать приемлемую АКЛ с уменьшенными эксплуатационными расходами, используя как стартовую платформу самолет-носитель Ан-225-100 и демонстратор, разработанный на базе второй ступени ракеты-носителя «Зенит», с сохранением высокой степени конструктивной преемственности. Такой подход позволит уменьшить степень технического риска, использовать существующую технологию создания ракетных двигателей для уменьшения стоимости разработки, а опережающие экспериментальные исследования по программе АКЛ обеспечат решение ключевых научно-технических проблем и дадут основу для последующей полномасштабной разработки МТКС.

Основные задачи, которые могут быть решены в процессе создания АКЛ и проведения на ней экспериментальных исследований, заключаются в следующем:

- приобретение опыта в конструировании и эксплуатации МТКС с воздушным стартом;
- отработка в натуральных условиях процессов разделения летательных аппаратов в полете и последовательности запуска двигательной установки демонстратора;
- приобретение опыта хранения криогенных компонентов топлива при длительном полете самолета-носителя;

- отработка состава и функций бортового стартового комплекса на самолете-носителе и элементов системы управления демонстратора;
- экспериментальная отработка теплозащитных покрытий "горячих" конструкций летательных аппаратов;
- отработка алгоритмов управления полетом на различных этапах, включая разделение самолета-носителя и демонстратора, выведение демонстратора на требуемую высоту с заданной скоростью, а также спуск и автоматическая посадка демонстратора;
- отработка технологии многоразового применения ракетных двигателей и экспериментальные исследования в натуральных условиях воздушно-реактивных двигателей;
- отработка элементов технологии наземного обслуживания и подготовки пуска МТКС.

АКЛ для демонстрации и отработки перспективных технологий состоит из самолета-носителя Ан-225 и демонстратора, устанавливаемого сверху фюзеляжа самолета-носителя (рис. 1). Внутри фюзеляжа (в кабине верхней палубы) размещается оборудование бортового стартового комплекса, обеспечивающего подготовку, контроль состояния и пуск демонстратора. Характеристики АКЛ определяются характеристиками базовых моделей самолета-носителя и демонстратора и приведены в табл. 1.

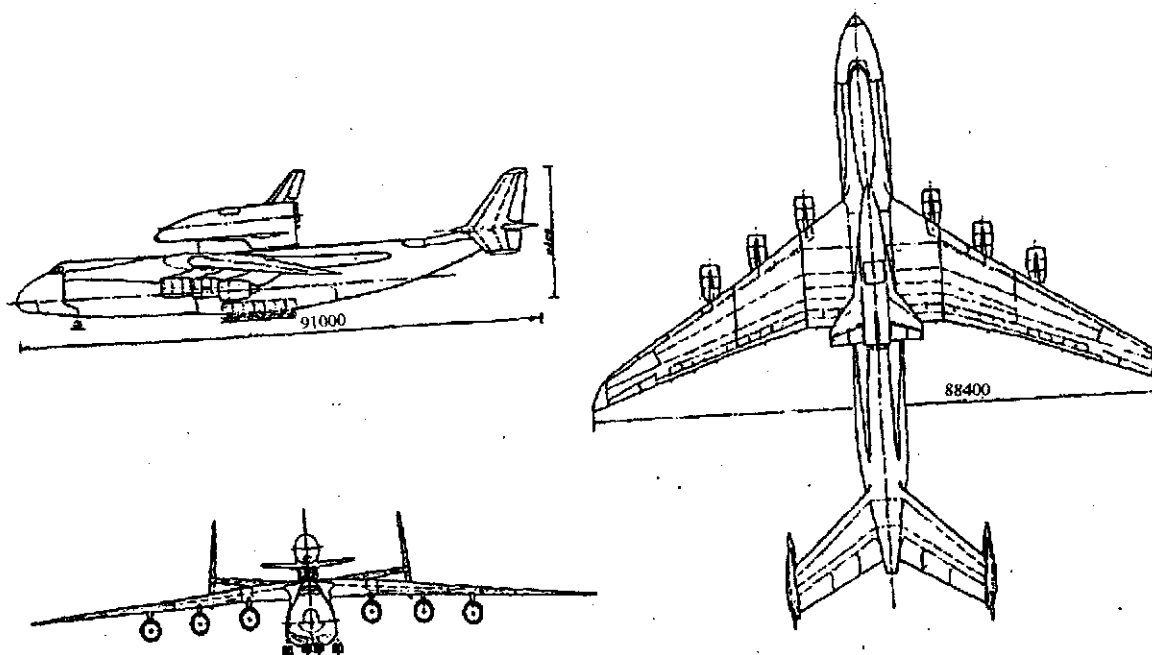


Рис. 1. Общий вид авиационно-космической лаборатории

Таблица 1

Характеристики авиационно-космической лаборатории

Максимальная взлетная масса, т	600
Максимальная масса демонстратора, т	70
Параметры полета в точке разделения:	
высота полета, м	9500
скорость полета, км/ч	750
угол наклона траектории, град	20
Максимальные параметры полета демонстратора:	
высота полета, км	60
скорость полета (число М)	15 – 20

Перед изготовлением демонстратора важно, чтобы АКЛ не потребовала дорогой технологической исследовательской программы. АКЛ не должна достигать орбитальных скоростей, поскольку это требует меньшей прочности и ограничения по массе не столь критичны. Но в то же время необходимо, чтобы АКЛ действительно демонстрировала критические

технологии для перспективных авиационно-космических систем. Можно идентифицировать критические области технологии как те, в которых демонстрируется новая технология, и некритические – как те, в которых новых технологий нет.

В настоящее время можно отнести:

- к области критических технологий – повторное использование ракетных двигателей; программное обеспечение управления полетом; исполнительные механизмы управления полетом; многоразовые криогенные баки;

- к области некритической технологии – теплозащита плоскостей, в том числе и защита хвостовой части фюзеляжа самолета-носителя; конструкция передних кромок крыльев (материал – карбон-карбон); внутренние конструкции (материал – обычный алюминий); электронные системы и энергоносители;

- к области, в которой могут применяться новые технологии – улучшенные криогенные баки; улучшенная теплозащита и обшивка; улучшенные материалы для передних кромок; “горячие” конструкции крыльев; оборудование бортового стартового комплекса.

На начальной стадии разработки демонстратора предполагается применение зарубежного опыта в ракетной технологии, передовых концепциях двигателей, материалах и конструкциях. Значительное уменьшение стоимости разработки возможно благодаря применению существующих или находящихся в разработке двигателей.

Общий вид демонстратора показан на рис. 2. Демонстратор предполагается создать с использованием одного ракетного двигателя тягой  $\approx 850$  Н и четырёх ракетных двигателей тягой  $\approx 20$  Н каждый. Корпус второй ступени РН «Зенит» должен быть доработан в связи с установкой на нем крыла малого удлинения с углом стреловидности  $60^\circ$  и площадью  $85$  м<sup>2</sup>, вертикального оперения площадью  $15$  м<sup>2</sup>, трехколесного шасси для обеспечения посадки на взлетно-посадочную полосу (ВПП). Ступень также оснащается носовым обтекателем, в котором размещается оборудование, обеспечивающее беспилотный полет демонстратора.

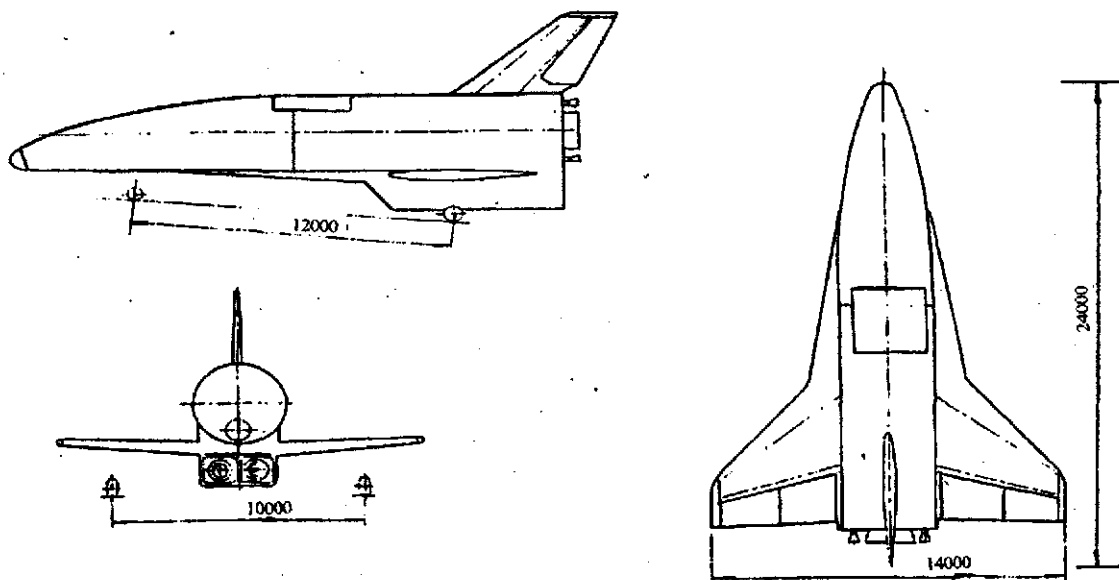


Рис. 2. Общий вид демонстратора

В процессе проведения экспериментальных исследований реализуется следующий профиль полета авиационно-космической лаборатории:

- взлет, набор высоты, выход в район отделения демонстратора;
- выполнение динамического маневра разделения (разгон, “горка”, вывод системы “самолет-носитель + демонстратор” на отрицательную перегрузку, разрыв механических связей между летательными аппаратами и отделение их друг от друга);
- запуск маршевых двигателей демонстратора;
- автономный полет и автоматическая посадка демонстратора на ВПП аэродрома;
- возвращение самолета-носителя на аэродром базирования.

Основные характеристики демонстратора представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные характеристики демонстратора

Максимальная стартовая масса, т	70
Маршевые двигатели: тип количество * тяга, Н	РД-123 1 * $\approx 850$
Рулевые двигатели: количество * тяга, Н	4 * $\approx 20$
Максимальный запас топлива, т	55,4
Длина, м	30,2
Размах крыла, м	12,0
Площадь крыла, м <sup>2</sup>	85,0
Шасси: база, м колея, м	12,0 10,0
Максимальная высота полета, м	60
Максимальная скорость полета (число М)	20

Несмотря на высокую степень конструктивной приемственности демонстратора, стоимость его разработки составляет значительную величину. Это приводит к необходимости поиска путей повышения его эффективности. Проведенные исследования показывают, что возможны следующие варианты повышения эффективности демонстратора [6]:

- снижение прямых затрат на разработку за счет высокой степени унификации конструкции (самолет-носитель, базовая конструкция демонстратора, наземный заправочный комплекс и т.д.) и оборудования (бортовой стартовый комплекс, алгоритмы управления, агрегаты системы разделения и т.д.) с последующей за ним полномасштабной МТКС;
- использование демонстратора для дополнительных исследований в области перспективных воздушно-реактивных двигателей с до- и сверхзвуковым горением;
- применение демонстратора для выведения на околоземную орбиту полезных нагрузок.

Предлагаемый вариант АКЛ по отработке и демонстрации гиперзвуковых технологий является наиболее освоенным в проектировании, изготовлении и эксплуатации и может быть осуществлен в ближайшее время при условии создания кооперации заинтересованных фирм. Последнее позволит значительно ускорить создание многоуровневой транспортной космической системы с низкой стоимостью эксплуатации.

#### Список литературы

1. *Bekey Ivan*. Access to Space// Acta astronaut. – 1996. – 39, №7. – P. 537–552.
2. *Гусынин В.П.* Авиационно-космическая система «Пегас». Обзор по материалам открытой зарубежной печати за 1988–1996 гг. 3. Модификации, летные испытания и эксплуатация//Космічна наука і технологія. – 1998. – Т.4. – №5–6. – С. 148–155.
3. *Лозино-Лозинский Г.Е., Дудар Э.Н.* Сравнительный анализ многоуровневых космических транспортных систем// Проблемы механики и надежности машин. – 1995. – №4. – С. 3–12.
4. *О разработке аппаратов «Х-33» и RLV// Ракетная и космическая техника. Экспресс-информация.* – М.: Изд-во ЦНИИМаш, 1997. – №2. – С. 2–10.
5. *О программе «х-34»// Ракетная и космическая техника. Экспресс-информация.* – М.: Изд-во ЦНИИМаш, 1997. – №4. – С. 9–10.
6. *Скорodelов В.А.* Многоцелевой демонстратор технологий авиационно-космических транспортных систем// Авиакосмическая техника и технология. – 1997. – №3. – С. 12–16.