

УДК 629.7.023.224

Т.А. Манько<sup>1</sup>, И.А. Гусарова<sup>2</sup>, Д.С. Калиниченко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара

<sup>2</sup>ГП «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля»

## АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА – БУДУЩЕЕ УКРАИНЫ

**Проведено аналітичний огляд стану проблеми створення аерокосмічної системи в Україні і наведено її актуальність. Наведено, що багаторазова аерокосмічна система потребує розробки конструкцій з неunosним жаростійким теплозахистом.**

*Ключові слова:* аерокосмічна система, багаторазові теплозахисні конструкції.

**Проведен аналитический обзор состояния проблемы создания аэрокосмической системы в Украине и оценена ее актуальность. Показано, что многоразовая аэрокосмическая система требует разработки конструкций с неunosимой жаростойкой теплозащитой.**

*Ключевые слова:* аэрокосмическая система, многоразовые теплозащитные конструкции.

**The analytical review of the issue of the aerospace system creation in Ukraine and its importance is shown. Reusable aerospace system require to develop nonablating heat-proof and thermal protective structure.**

*Keywords:* aerospace system, reusable thermal protective structure.

**Введение.** Украина до настоящего времени является одной из ведущих космических держав мира. Ее по праву можно считать государством, разрабатывающим собственные ракеты-носители. Однако количество государств, стремящихся к освоению космоса, стремительно растет. Это открывает новые возможности в научных исследованиях, обеспечении безопасности и даёт определённый престиж. Ракетные комплексы созданы в США, Украине и России, а также в Израиле, Бразилии, Иране, КНДР, Южной Корее. Многие страны имеют планы по созданию собственных ракетносителей – это ЮАР, Индонезия, Аргентина, Турция, Казахстан, Пакистан и другие. В современных условиях удерживать лидирующие позиции Украине не просто ввиду отсутствия у нее собственных космодромов, с которых можно производить коммерческие пуски. На сегодняшний день самостоятельно создавать и запускать космические аппараты могут США, Россия, Франция, Япония, Китай, Индия и Израиль [1].

Поэтому украинскими ракетостроителями много усилий было приложено для успешного запуска носителей класса «Зенит» с международного морского космодрома «Морской старт». Однако перспективным является создание в Украине аэрокосмической системы с воздушным стартом.

**Постановка задачі.** Решением, позволяющим Украине сохранить передовые позиции в освоении космоса, может быть создание транспортно-космической системы горизонтального старта с использованием в качестве первой ступени и подвижного старта самолета-носителя. Такая система может обеспечить решение задачи прямого выведения на орбиты с любым наклоном с территории Украины. Это позволяет снять ограничения, накладываемые отсутствием космодромов, и дополнительно предоставляет возможность базирования на дооснащенных аэродромах в различных районах земного шара. Кроме того, отпадает необходимость в отчуждении земель под поля падения отработавших ступеней, что важно и с экономической, и с экологической точек зрения.

**Основная часть.** Одним из главных преимуществ аэрокосмической системы является то, что ее можно сделать полностью многоразовой, с возможностью прекращения полета на любом участке разгона до космической скорости и аварийной (или штатной) посадки, если не в любом, то в большинстве аэропортов мира. А это дает безграничные, на фоне одноразовых баллистических носителей, возможности по отработке конструкции, обеспечению безопасности, упрощению эксплуатации. Развитие многоразовых аэрокосмических систем позволяет решить экологические проблемы окружающей среды и загрязнения космического пространства «космическим мусором», а также повышения экономической эффективности вывода полезных грузов на орбиту, которая в значительной степени определяется возможностями выполнения различных целевых задач.

Безусловно, на техническом уровне исполнение одноразовых ракет и космических капсул значительно проще. И все же идея многоразовости ракетно-космической техники непрерывно развивается и совершенствуется. Начиная с конца 1960-х годов в США была построена целая серия больших космических кораблей многоразового использования «Спейс шаттл», а также проектировались меньшие X-20 Dyna Soar, NASP, VentureStar, в СССР и России создан большой корабль «Буран» и проектировались меньшие «Спираль», «Заря», МАКС, «Клипер». Многие технологически развитые страны, в частности страны Евросоюза (в том числе ранее Франция, ФРГ, Великобритания), Япония, Китай, Индия проводили и проводят исследования, направленные на создание собственных образцов космических систем многократного применения (Гермес, Хоуп, Зенгер-2, ХОТОЛ, ASSTS, RLV и т. д.) [2].

Создание новейших экономичных, экологически чистых и безопасных многоразовых транспортных аэрокосмических систем ставит Украину в один ряд с американскими, европейскими и другими ведущими космическими державами и является одной из возможностей укрепления ее положения в списке разработчиков ракетно-космической техники.

Многоразовые транспортно-космические системы могут иметь различные конструктивные схемы:

- одноступенчатые самолетные. Вся конструкция корабля

приобретает очертания самолета, разгоняемого до космических скоростей и возвращаемого на Землю (проект английского многоразового транспортно-космического корабля «Хотол»). Одноступенчатые системы теоретически гораздо надежнее многоступенчатых, но их реализация находится на грани возможного: для их создания требуется снизить относительную массу конструкции не менее чем на треть по сравнению с существующими;

- двухступенчатые самолетные, состоящие из разгонщика и орбитального самолета (немецкий проект «Зингер», российский «МАКС», «Гермес-АРИАН», Франция);

- комбинированные многоступенчатые, в которых разгон космического самолета осуществляется ракетными ускорителями (в США во время запуска «Шаттла» одновременно используются два твердотопливных ускорителя и двигатели самого орбитального корабля, в Советском Союзе – ракета-носитель особо тяжелого класса «Энергия» [3].

Несмотря на то, что существующие многоразовые космические системы относятся к комбинированным многоступенчатым, в настоящее время перспективными являются именно двухступенчатые аэрокосмические системы (АКС), которые обладают приемлемыми эксплуатационными характеристиками, если использовать крылатые первые ступени, возвращаемые к месту старта по самолетному. Технология воздушного старта – запуска ракет с высоты более десятка километров с борта летательного аппарата – разрабатывается учеными с середины прошлого века, но более чем из 100 проектов успешными были единицы. В США в 1970-х годах была испытана система воздушного пуска ракеты для поражения спутников с истребителя F-15. Эти испытания увенчались успехом, но работы в дальнейшем были прекращены. В 1990 году в рамках проекта американских компаний Orbital Science и Hercules Aerospace на орбиту Земли был успешно выведен спутник ракетой-носителем Pegasus, стартовавшей с самолета. В настоящее время это единственная система с воздушным стартом, находящаяся в эксплуатации [4].

В России в 1999 г. проведены комплексные испытания системы выведения телекоммуникационных спутников весом до 2,5 т на низкие орбиты, предусматривающей запуск ракеты путем ее десантирования из самолета Ан-124-100 «Руслан». Одной из первых разработок такого рода была система «Спираль», создававшаяся с 1965 до середины 1970 гг. (СССР). Со сверхзвукового разгонщика ракетной ступенью должен был запускаться маленький воздушно-космический самолет. Но работы были прерваны, и возобновились лишь в 80-х гг. в НПО «Молния» на основе разработок и исследований, связанных с созданием «Бурана». Новая система получила название МАКС. Это многоразовая авиационно-космическая система, состоящая из самолета-носителя Ан-225 «Мрия» и установленной на нем ракетной ступенью массой 275 т.

Использования самолета в качестве первой ступени орбитального корабля имеет как положительные, так и отрицательные стороны. Как правило,

рассматриваются два варианта: разделение на дозвуковой скорости и на сверхзвуковой (или гиперзвуковой).

При разделении на дозвуковой скорости с позиции энергетической эффективности явные преимущества имеет ракетная ступень: она выводит аппарат на высоты 70-150 км, тогда как самолет – только на 10 км. Ракета дает прибавку в достижении орбитальной скорости 40%, а самолет – всего 3-5%. Практически, мы получаем ракету (или космический корабль), только стартующую не с наземного космодрома, а с летающей платформы. Однако, несмотря на низкую энергетическую эффективность, мобильный старт с существующих дозвуковых транспортных самолетов позволяет странам, не имеющих собственных космодромов, выводить космические аппараты и корабли на орбиту. Поскольку эта проблема актуальна для нашей державы, специалисты Украины уже работали над идеей «Воздушного старта» и создали проекты АКС «Свитязь» (РН Зенит) и «Лыбидь» (крылатый космоплан) с использованием самолёта-носителя Ан-225. Проекты АКС с воздушным стартом космопланов были созданы в Германии (Зенгер-2), Японии (ASSTS), Китае (прототип Шэньлонг и АКС следующего поколения). При помощи воздушного старта запускался частный суборбитальный космоплан SpaceShipOne; таким же способом планируется запускать и SpaceShipTwo. Также существует проект запуска космических аппаратов при помощи самолёта М-55 «Геофизика». Воздушный старт с аэростата суборбитальной пилотируемой ракеты предусмотрен в проекте Stabilo ARCASPACE Румынии. Во всех этих проектах речь идет о способе мобильного старта, а не об авиационной первой ступени [5].

Первой ступенью самолет-разгонщик становится при разделении на сверхзвуковой скорости, что энергетически наиболее выгодно. Однако это требует создания тяжелого сверхзвукового (и даже гиперзвукового) самолета-носителя с внешним размещением полезной нагрузки – второй ступени. История авиации показывает, что это – сложнейшая научно-техническая проблема, поскольку необходима разработка мощных гиперзвуковых двигателей, обычные турбореактивные плохо подходят и нужны прямоточные воздушные реактивные двигатели (ПВРД). При существующем уровне развития технологий аэрокосмические системы могут стать эффективным средством доставки грузов на орбиту, но только если эти грузы будут небольшими (в районе пяти тонн), а носитель – гиперзвуковым.

Разработка такой двухступенчатой многократной транспортной аэрокосмической системы на базе высотного гиперзвукового летательного аппарата с ПВРД ведется в Украине (ГП «КБ «Южное»). Эта система предназначена для выведения пико- и наноспутников на низкие круговые и эллиптические орбиты в диапазоне высот до 500 км,

Выведение полезной нагрузки при помощи высотного гиперзвукового летательного аппарата (ВГЛА) и трехступенчатой ракеты предусматривает самолетный вариант старта и посадки. Облик и состав высотного гиперзвукового летательного аппарата приведены на рис. 1.

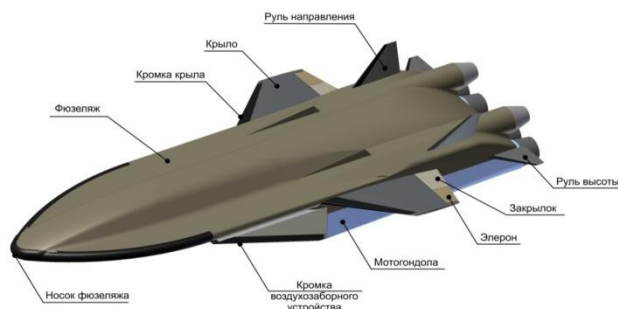


Рис.1. Гиперзвуковой летательный аппарат

Планер состоит из фюзеляжа (носового отсека, передней части фюзеляжа, центральной части фюзеляжа, отсека силовой установки), крыла (2 консоли), горизонтального оперения (2 консоли), вертикального оперения (2 консоли).

Планируемое количество пусков высотного гиперзвукового летательного аппарата – 500 (время полета  $\approx$  1 час), при этом срок его эксплуатации должен быть не менее 10 лет.

Интенсивность полетов высотного гиперзвукового летательного аппарата обеспечивается интервалом между посадкой и последующим стартом не более 7 суток.

После взлета осуществляется набор высоты и скорости. Параметры в конце разгона АКС должны составлять: скорость  $\sim$  6 М, высота  $\sim$  30 км, угол наклона траектории  $\sim$  40°, после чего происходит отделение РКН. Полет ВГЛА планируется осуществлять как в автоматическом режиме по заложенной в бортовой комплекс управления программе, так и по командам с Земли с использованием радиоканала. Схема полета АКС представлена на рис. 1.

На этапе эскизного проектирования АКС разработана компоновочная схема и эскизы основных конструкций ВГЛА, выполнены прочностной и тепловой расчеты конструкций. При моделировании воздействия аэродинамических потоков с учетом размеров и формы ВГЛА установлено, что величины предельного теплового нагрева элементов находятся в пределах от 600 до 1375 °С (рис. 3).



Рис. 1. Схема полета АКС

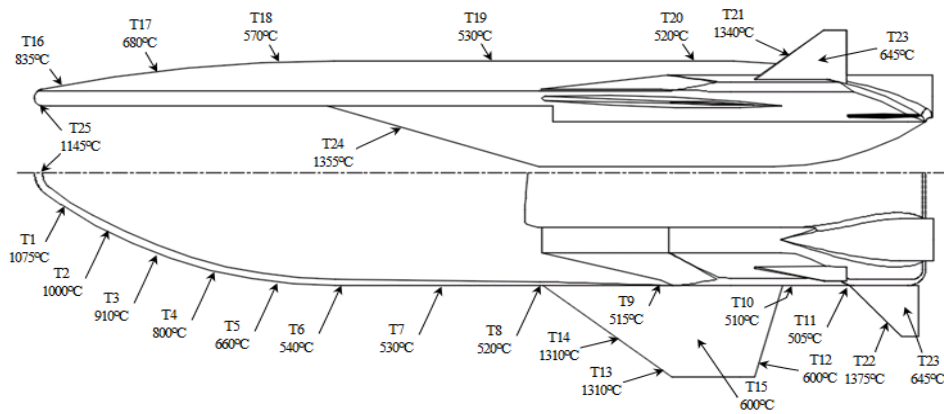


Рис. 3. Распределение температур по поверхности ВГЛА

В связи с этим одной из основных проблем разработки создания ВГЛА является разработка жаростойких и теплозащитных конструкций и используемых материалов.

**Выводы.** Таким образом, на основании аналитического обзора создания аэрокосмической системы в Украине показана актуальность проблемы для нашей страны. Эта система позволит выводить космические аппараты на орбиту практически в любой точке земной поверхности, где есть взлетно-посадочная полоса длиной не менее 3 км. Существенно важно для Украины, ориентирующейся на зарубежных партнеров, что установить спутник на носитель можно непосредственно на территории заказчика, таким образом решив проблему ограничений на экспорт космических технологий.

При существующем уровне развития ракетно-космической техники эффективны аэрокосмические системы с гиперзвуковым самолетом-разгонщиком, выводящем на орбиту небольшие по массе грузы. Разработка такой многофазовой аэрокосмической системы на базе высотного гиперзвукового летательного аппарата ведется в Украине (ГП «КБ «Южное»).

### Библиографические ссылки

1. <https://topwar.ru/136872-pilotiruemye-perspektivy-proekty-kosmicheskikh-korabley-blizhayshego-buduschego.html>
2. Многофазовые космические корабли. URL: <http://galspace.spb.ru/index140.html>.
3. Лукашевич В.П., Афанасьев И.Б. Космические крылья. М.: ООО «Лента Странствий», 2009.
4. <http://www.arms-expo.ru/articles/armed-forces/nerealizovannye-proekty-mirovye-razrabotki-aviatsionnykh-kosmicheskikh-kompleksov-vozdushnyy-start>
5. <http://epizodyspace.ru/bibl/tm/2000/7/kosmodrom.html>

Надійшла до редколегії 18.10.2019