

ГЛА Х-43А, подсты-
кованный к РН
«Пегас», под крылом
самолета-носителя
В-52В в испыта-
тельном полете
(16 ноября 2004 г.)



ГИПЕРЗВУК: ДАЛЬШЕ, ВЫШЕ, БЫСТРЕЕ

«...Перед ними громоздился самолет гигантских, чудовищных размеров, отдаленно напоминавший космический «челнок», за исключением того, что верхняя часть его фюзеляжа была абсолютно плоской. Создавалось впечатление, что сверху она срезана. Более всего летательный аппарат походил на клин колоссальных размеров. Лэнгдону на мгновение даже показалось, что он видит сон. С виду диковинная машина была столь же пригодна для полетов, как гусеничный трактор. Крылья практически отсутствовали. Вместо них из задней части фюзеляжа торчали какие-то коротенькие обрубки. Над обрубками возвышались два киля. Все остальное — сплошной фюзеляж...

- Как самочувствие, мистер Лэнгдон?
 - Не очень.
 - Расслабьтесь. Через час будем на месте.
 - Где именно, нельзя ли поточнее? ...
 - В Женеве, — ответил пилот, и двигатели взревели...
 - Ага, значит, Женева, — повторил Лэнгдон. — На севере штата Нью-Йорк...
 - Не та Женева, что в штате Нью-Йорк, мистер Лэнгдон, — рассмеялся пилот. — А та, что в Швейцарии!
- Потребовалось некоторое время, чтобы до Лэнгдона дошел весь смысл услышанного.
- Ах вот как? В Швейцарии? — Пульс у Лэнгдона лихорадочно зачастил. — Но мне показалось, вы говорили, что нам лететь не больше часа...
 - Так оно и есть, мистер Лэнгдон! — коротко хохотнул пилот. — Эта малышка развивает скорость пятнадцать махов...»

Дэн Браун «Ангелы и демоны»

Большинство ведущих, промышленно развитых зарубежных стран в настоящее время проводят активные исследования в области разработки перспективных технологий для создания новейших систем вооружений и военной техники. По мнению военнополитического руководства этих стран, характер вооруженной борьбы в XXI веке претерпит значительные изменения, причем ключевую роль в боевых операциях будут играть средства, действующие в воздушно-космическом пространстве.

Характерной особенностью программ развития средств воздушно-космического нападения (СВКН) является активизация работ по реализации перспективных технологий в области гиперзвуковых летательных аппаратов (ГЛА) и двигательных устано-

вок (ДУ), обеспечения малой заметности («стелт») и новейшей бортовой электроники. Освоение этих технологий позволит существенно улучшить тактико-технические характеристики (ТТХ) существующих СВКН, а также создать в первой четверти XXI века принципиально новое поколение средств вооруженной борьбы.

В связи с этим ведущие зарубежные страны продолжают наращивать свои усилия в области исследований, связанных с гиперзвуковыми технологиями. Официальные представители и ученые различных иностранных компаний считают, что овладение технологиями в данной области — это ключ к мировому господству. Несмотря на то, что гиперзвуковые технологии имеют двойное назначение, в первую очередь они будут использо-

ваны именно в военных целях.

К наиболее сложным техническим проблемам создания гиперзвуковых самолетов различных весовых классов относятся разработка высокоэффективных двигательных установок, новых конструкционных материалов и теплозащитных покрытий, обеспечение высокой надежности и «отказаустойчивости» бортовых систем.

По мнению специалистов, при достаточном финансировании первые гиперзвуковые летательные аппараты могут появиться через 5–10 лет, а стоимость всего проекта по освоению гиперзвуковых полетов по самым общим оценкам может составить от \$10 до 35 млрд.

Особое внимание разработке таких систем уделяется в США. В настоящее время США осуществляет целый

ряд научно-исследовательских и целевых программ в области разработки ГЛА. Основной целью выполняемых научных программ является создание и разработка технологий и конструктивно-схемных решений, которые могут быть внедрены в перспективные ЛА. При этом исследования проводятся как в направлении обеспечения национальных космических программ – разработка многоразовых транспортных космических систем (МТКС), так и в целях развития стратегических и оперативно-тактических наступательных систем оружия (разработка гиперзвуковых пилотируемых ЛА военного назначения, крылатых ракет, а также перспективных высокоточных гиперзвуковых средств поражения).

По взглядам американских экспертов, реализация созданного в США технического задела в области технологий ГЛА позволяет вплотную подойти к созданию систем оружия качественно нового типа, на которые могут быть возложены следующие задачи:

- уничтожение целей различных типов, расположенных в любой точке земного шара с временем подлета к цели не более трех часов;
- оперативное проведение разведывательных операций в любом районе земного шара с целью информационного обеспечения боевых действий (пилотируемые и беспилотные гиперзвуковые самолеты-разведчики);
- осуществление вывода на околоземные орбиты целой номенклатуры полезных грузов, в том числе военного назначения (многоразовые транспортные воздушно-космические системы).

Одной из перспективных областей применения гиперзвуковых технологий является создание многоразовых транспортных космических систем как гражданского, так и военного назначения. В США координацию работ в данной области осуществляет Национальное агентство по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA).

До 1994 г. в США велись интенсивные исследования по программе NASP (National Aerospace Plane), ориентированной на создание одноступенчатого носителя с гиперзвуковым прямоточным воздушно-реактивным двигателем (ПВРД) на водороде. В качестве основного варианта рассматривался проект воздушно-космического самолета с горизонтальными взлетом и посадкой. Предполагалось, что данный самолет будет оснащен комбинированной двигательной установкой на криогенном топливе, работающей в режиме как воздушно-реактивного, так и ракетного двигателей.

В 1994 г. выполнение программы NASP было прекращено. Данное решение было принято в связи с недостаточностью финансирования, требованием существенного снижения технического риска в процессе разработки, а также объективно возникшими трудностями, связанными главным образом с разработкой двигательной установки. Результаты, достигнутые при выполнении программы NASP, были переданы в программу HySTP (Hypersonic System Technology Program), целью которой являлась разработка и демонстрация ключевых технологий, связанных с созданием гиперзвуковых ЛА. В частности, большое внимание уделялось:

- разработке комбинированных силовых установок, в состав которых могут наряду с ПВРД входить ГТД (в том числе с изменяемым рабочим циклом) и ракетные ДУ;
- созданию перспективных высокотемпературных конструкционных и теплозащитных материалов с высокой удельной прочностью и сниженными массовыми характеристиками, систем охлаждения и высокоэффективных термостабильных топлив;
- интеграции силовой установки и планера, организации оптимального управления основными подсистемами и летательным аппаратом в целом.

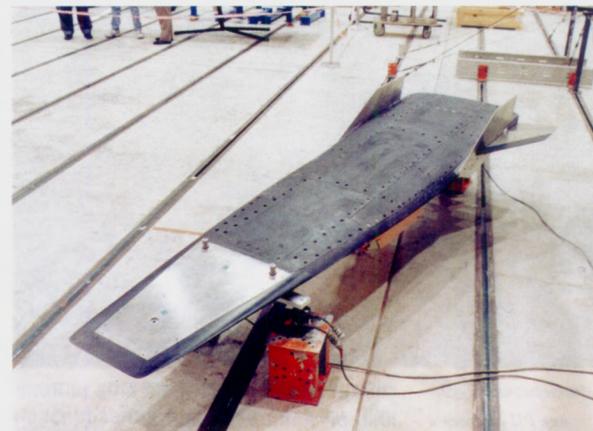
Исследования в области практического использования гиперзвуковых технологий ведутся в рамках многоэтапной программы NASA Hyper-X, основной целью которой является разработка и демонстрация технологий, способных обеспечить возможность использования воздушно-реактивных двигателей (ВРД) на воздушно-космическом самолете (ВКС). Первый семилетний этап программы Hyper-X, на который выделено около \$230 млн, предусматривает проведение испытаний ГЛА на скоростях полета, соответствующих 5–10 М.

Для выведения данных ЛА используется твердотопливная ракета-носитель (РН) «Пегас», которая запускается на требуемой высоте со специально оборудованного стратегического бомбардировщика В-52В. После отделения от самолета ракета-носитель «Пегас», вместе с ГЛА, разгоняется до гиперзвуковой скорости. При достижении ракетой высоты 33 000 м осуществляется отстыковка ГЛА Х-43А и включение ГПВРД, время работы которого составляет свыше семи секунд.

Х-43 – экспериментальный беспилотный ГЛА (длина – 3,6 м, размах крыла – 1,5 м, взлетная масса – около 1300 кг), разработанный NASA для исследований различных аспектов гиперзвукового полета в рамках программы Hyper-X.

Первоначальный вариант (Х-43А) был разработан для полетов со скоростью около 8050 км/ч на высотах свыше 30 000 м, соответствующей числу $M=7$. Он являлся одноразовым аппаратом, после запуска падал в океан и не подлежал восстановлению. Всего были построены три ЛА Х-43А, первый из которых был потерян, а два других успешно совершили полет. Время работы ГПВРД составило около 10 с, а время планирования – 10 мин.

Экспериментальный ГЛА Х-43 во время наземных испытаний (1999 г.)



Первый полет в июне 2001 г. закончился неудачей. Спустя 11 с после отделения от самолета-носителя В-52В система управления вышла из-под контроля. Аппарат был уничтожен по команде офицера службы безопасности и упал в Тихий океан. Причиной отказа NASA сочло ошибку в данных, использованных для моделирования программы испытаний, которая повлекла за собой неадекватную реакцию системы управления РН «Пегас».

Падение в Тихий океан ГЛА Х-43А после отказа системы управления РН «Пегас» (2 июня 2001 г.)

Полет второго экземпляра Х-43А состоялся 27 марта 2004 г., его скорость в семь раз превысила звуковую, а продолжительность полета стала рекордной для ЛА такого типа.

Полет третьего Х-43А 16 ноября 2004 г. установил новый рекорд скорости – 9,8 М (11 200 км/ч). Он был запущен усовершенствованной РН «Пегас» с самолета В-52В на высоте 13 157 м. После свободного полета и 10 с работы ГПВРД ЛА



Усовершенствованная РН «Пегас» в свободном полете после отделения от самолета-носителя В-52В в испытательном полете (16 ноября 2005 г.)

спланировал в Тихий океан в районе Южной Калифорнии.

Гиперзвуковой ЛА Х-43А выполнен по интегральной схеме: передняя секция планера одновременно является частью воздухозаборника, средняя секция – одной из рабочих поверхностей камеры сгорания, а хвостовая секция играет роль сопла.

Первоначально в качестве топлива для ГПВРД служил водород. Однако, поскольку применение водорода связано с определенными трудностями в хранении, транспортировке и даже производстве, в последующих вариантах Х-43 было использовано углеводородное топливо.

В отличие от традиционных ракет-носителей, ЛА, оснащенные ГПВРД, не берут на борт запас окислителя. Это позволяет существенно снизить размеры и взлетную массу летательного аппарата. В качестве окислителя используется воздух, однако для устойчивой работы ГПВРД требуется разгон

Она же в момент разгона



ГЛА до скорости до 6 М и выше. Поэтому Х-43 использует в качестве разгонного блока РН «Пегас».

Двигательная установка ГЛА Х-43А была специально разработана для определенного диапазона гиперзвуковых скоростей: для первого варианта скорость составила 7 М, а для двух последующих – 10 М.

Одновременно разрабатывается ряд модификаций ГЛА серии Х-43.

Полноразмерная модификация Х-43В будет оснащаться ракетным двигателем с комбинированным циклом, и использовать в качестве топлива жидкий углеводород. Двигатель такого типа разрабатывается для обеспечения начального разгона Х-43В с помощью ГПВРД до $M=5$, а в дальнейшем до $M=7$. Эта модификация значительно отличается от Х-43А.

Третий вариант ГЛА – Х-43С представляет собой космический ЛА (КЛА) с углеводородным ГПВРД, аналогичным первоначальному варианту Х-43А.

Разрабатывается также вариант Х-43D, представляющий собой КЛА, оснащенный ГПВРД, работающим на водородном топливе, предназначенный для полета на скоростях до 15 М.

Ключевым элементом ГЛА является силовая установка.

Разработка перспективных ГПВРД для ГЛА проводится в США с 1995 г. в рамках исследовательской программы HyTech (Hypersonic Technology Program). Ее целью является создание семейства ГПВРД, предназначенных для установки на ЛА различного назначения.

Программа HyTech состоит из трех этапов и предусматривает про-

ведение наземных испытаний ГПВРД, моделирующих полет со скоростями около 8 М.

На первом этапе программы было проведено уточнение условий работы силовой установки, осуществлены расчетные исследования конструкции воздухозаборника, камеры сгорания, сопла, системы охлаждения и ГПВРД в целом, разработаны технологии и принципы конструирования, а также проведены испытания основных элементов проточной части двигателя.

Работы второго этапа включают разработку основных элементов двигателя и исследование вопросов их интеграции. Было изготовлено несколько демонстрационных образцов ГПВРД, на которых с использованием наземного оборудования, позволяющего создать близкие к полетным условия, были проведены оценки ряда технологических решений и характеристик двигателя. В частности, была оценена эффективность процессов впрыска топлива, его смешения и горения, теплопередачи и теплообмена, а также прочностные характеристики новых материалов; определены оптимальные способы снижения сопротивления и гидравлических потерь в проточной части, прежде всего в воздухозаборнике и на его передних кромках; проведена количественная оценка основных характеристик ГПВРД (удельных импульса и тяги, запасов газодинамической устойчивости), в том числе на переходных режимах.

Третий этап программы предусматривает постройку опытного образца двигателя и его всесторонние ис-



Предполетная подготовка ГЛА Х-43А (16 ноября 2005 г.)

питания на наземном оборудовании и в полете.

В обеспечение данных работ проводятся научные исследования по созданию нового комбинированного ВРД. Предполагается, что при старте данный двигатель будет работать в режиме ТРДД. При достижении скорости 3 М двигатель переходит в режим ПВРД, а при достижении скорости 6–10 М – в режим ГПВРД. Главной проблемой, возникшей перед разработчиками, является создание единой ДУ, способной работать в большом диапазоне скоростей и развивать удельный импульс около 550–600 с.

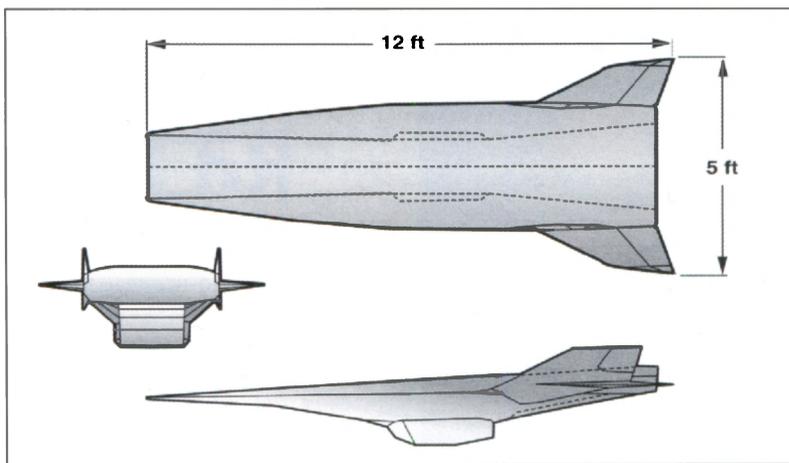
МО США разработало специальный общегосударственный 25-летний план по гиперзвуку, предусматривающий выполнение ряда НИОКР и программ наземных и летных испытаний, который, по мнению американских специалистов, поможет быстрее реализовать новые технологии, снизить уровень риска и тем самым создать условия для длительного централизованного финансирования этих проблем. Как ожидается, при успешной реализации планов проблемы создания ЛА с ГПВРД могут быть решены в ближайшие 10 лет.

К работам по созданию транспортных космических систем военного назначения подключен также Научно-исследовательский центр ВВС США (Air Force Research Laboratory). Согласно заявлениям руководства лаборатории, программа исследований в данной области, проводимая при тесном взаимодействии с NASA, разделена на фазы: краткосрочную (до 2007 г.), среднесрочную (2008–2013 гг.) и долгосрочную (2014–2022 гг.).

По словам американских специалистов, в рамках первой фазы основное внимание будет уделяться разработке и демонстрации технологий по созданию материалов для силовой конструкции и теплозащиты ГЛА. При этом планируется широкое использование технического задела, полученного в рамках программ NASA по созданию ЛА X-33 и X-34.

На среднесрочную перспективу намечено завершение разработки гиперзвукового ПВРД для пилотируемого трансатмосферного ЛА. Эта ДУ может быть, в частности, использована при создании разведывательно-ударного ГЛА, который, по мнению американских специалистов, будет способен выходить на цель в любом районе земного шара в течение трех часов. Другой областью применения данных технологий может быть создание двухступенчатой малогабаритной МТКС военного назначения.

В качестве долгосрочной пер-



спективы рассматривается задача создания одноступенчатой МТКС, за счет использования которой планируется снизить стоимость выведения на орбиту полезной нагрузки примерно на 90%.

Анализ направлений развития гиперзвуковых технологий показывает, что в настоящее время главным образом в США достигнут определенный прогресс в области гиперзвуковых технологий, однако ни одну из основных технологических проблем, связанных с созданием ГЛА, еще нельзя считать решенной в полной мере. В ближайшее десятилетие процесс создания демонстрационных летательных аппаратов для освоения перспективных гиперзвуковых технологий продолжится, а начало разработки гиперзвуковых и воздушно-космических самолетов, в зависимости от ре-

зультатов экспериментальных исследований, скорее всего, осуществится не ранее 2020 года.

В настоящее время к работам по созданию ГЛА подключилась Китайская Народная Республика. По мнению специалистов Китая ежегодно тратит на национальную космическую программу свыше \$36 млрд, причем ожидается постоянное увеличение финансирования в данной области. Как отмечается в докладе Конгрессу США в рамках выполнения Национальной аэрокосмической инициативы, Китай заявил о долгосрочном финансировании и проведении работ, направленных на создание гиперзвукового самолета к 2015 г. Это – тема статьи в одном из ближайших номеров «Авиапанорамы».

Павел Мельник,
кандидат технических наук

Полномасштабная модель X-43 во время продувки в высокотемпературной аэродинамической трубе (Лэнгли)

