



«Бураны» второй серии

К 30-летию полета «Бурана»

М. Когут специально
для «Новостей космонавтики»

15 ноября 1988 года, 30 лет назад, совершил свой триумфальный беспилотный полет советский многоразовый корабль «Буран», дважды обогнув Землю и совершив первую в истории автоматическую посадку крылатого космического аппарата на посадочный комплекс космодрома Байконур.

Это событие стало венцом самой сложной и наиболее дорогой программы отечественной космонавтики, начатой в середине 1970-х годов в качестве ответной меры на разработку американских шаттлов. Можно смело утверждать, что программа создания Многоразовой космической системы «Энергия-Буран» стала самым масштабным космическим проектом в нашей истории. За 12 лет, считая с выхода правительственного постановления № 132-51 от 17 февраля 1976 г., практически «с нуля» в нашей стране были созданы:

- ◆ самый мощный в мире кислородно-керосиновый ЖРД РД-170/171;
- ◆ первый отечественный кислородно-водородный ЖРД тягой более 100 тс;
- ◆ сверхтяжелая ракета-носитель 11К25 «Энергия»;
- ◆ двухступенчатая ракета-носитель среднего класса 11К77 «Зенит»;
- ◆ многоразовый воздушно-космический самолет (ВКС), или крылатый орбитальный корабль (ОК) 11Ф35 «Буран» стотонного класса, способный осуществлять беспилотный космический полет с авиационным спуском в атмосфере во всем диапазоне скоростей от орбитальной до посадочной;
- ◆ система автоматической посадки ВКС;
- ◆ универсальный комплекс стэнд-старт

(УКСС), позволяющий проводить наземные огневые испытания и пуски ракет-носителей сверхтяжелого класса;

◆ технология воздушной транспортировки крупногабаритных элементов космических систем с заводов-изготовителей на космодром;

◆ межотраслевая система управления, позволившая реализовать национальную программу подобного уровня сложности.

Для появления «Бурана» потребовалось создать тысячи новых материалов, технологий, производственных процессов, стендов, лабораторий, провести десятки тысяч различных испытаний многочисленных узлов, агрегатов, макетов, летающих лабораторий и опытных изделий. Фактически была перевооружена вся ракетно-космическая отрасль, а наша авиация вплотную подошла к практическому освоению гиперзвука.

При создании системы «Энергия-Буран» были объединены усилия сотен конструкторских бюро, заводов, научно-исследовательских организаций, военных строителей, эксплуатационных частей Военно-космических сил. Всего в разработке системы участвовало 1286 предприятий и организаций из 86 министерств и ведомств, были задействованы крупнейшие научные и производственные центры. На систему «Энергия-Буран» работало более 2,5 млн человек по всей стране, причем более миллиона (!) непосредственно были заняты ее созданием. По состоянию на начало 1992 г., общие прямые расходы на программу составили 16,4 млрд рублей. До «Бурана» наша космическая история не знала ничего подобного...

Как любое значимое историческое событие, «Буран» со временем оброс мифами и легендами. Самой, пожалуй, устоявшейся является утверждение, что при создании «Бурана» мы полностью копировали американский шаттл. Этому заблуждению способствует тот факт, что до сих пор практически все документы по программе «Энергия-Буран» засекречены. Все, что мы знаем о ней сегодня, исходит из открытой кинохроники, нескольких книг и личных воспоминаний узкого круга ветеранов, участвовавших в создании «Энергии» и «Бурана». И плюс к тому – несколько документов, случайным образом «всплывших» за прошедшие 30 лет и освещающих отдельные фрагменты истории этого колоссального проекта...

В момент своего зарождения будущий «Буран» действительно был полной копией шаттла, но затем, в ходе проектирования, он все больше и больше отдалялся от него, становясь самим собой, и в конце концов превзошел своего американского прародителя почти по всем параметрам. И наиболее совершенными должны были стать «корабли дополнительного заказа» – изделия 2.01, 2.02 и 2.03.

В своем самом первом варианте в первой половине 1975 г. наша многоразовая космическая система была не похожа на американский шаттл. Основой системы являлся центральный ракетный блок второй ступени с тремя маршевыми ЖРД, к которому сбоку крепился крылатый орбитальный самолет без маршевых двигателей, и два ракетных блока первой ступени с четырехкамерным ЖРД на каждом.

МНОГОРАЗОВАЯ ТРАНСПОРТНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (МТКС)

орбитальный самолет и первая ступень многоразового использования, топливный отсек второй ступени одноразового использования

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- выполнение на орбите объектов министерства обороны, обслуживание на орбите, взаимодействие на земле;
- осуществление маневров на орбите в соответствии с требованиями к посадке на аэродром старта с помощью системы управления полетом;
- исполнение маневров на орбите и взаимодействие на земле объектов в интересах министерства обороны.

выполнение, обслуживание на орбите и взаимодействие на земле объектов в интересах министерства обороны и армии.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТАРТОВАЯ МАССА МТКС, т	2380 / 2000*
СТАРТОВАЯ МАССА ОРБИТАЛЬНОГО КОРАБЛЯ (ОК), т	120 / 111*
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5*
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5*
Угол наклона, град	30 / 28,5*
Угол наклона, град	15 / 14,5*
МАКСИМАЛЬНАЯ МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	20 / 19,5*
Угол наклона, град	3-9 / 3-9*
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	4,330 / 384,720
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	720 / 200
ДВИГАТЕЛИ: (КЭМ ИЛИ «Энергия»)-ТЭД, т	4000-2400
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	300 / 180
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	(2+1000) (240/200)
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	3000 (200)
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	1000 (200)
ПОСАДОЧНАЯ МАССА ОК, т	69 / 64*
ПОСАДОЧНАЯ СКОРОСТЬ ОК, км/час	340 / 325*
Скорость на высоте полета, км/ч	0,8 / 100 км/ч
Скорость на высоте полета, км/ч	1978 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1981 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1981 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1983 год

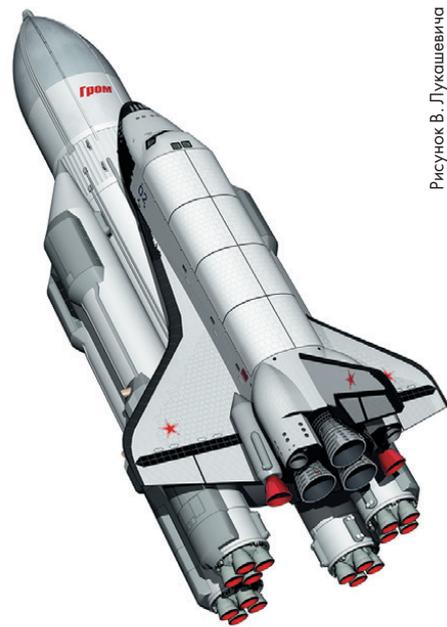
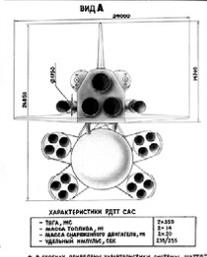
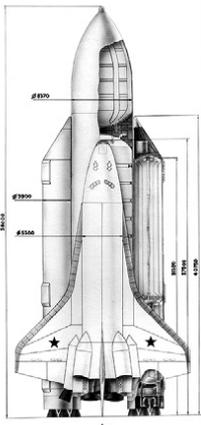


Рисунок В. Лукашевича

ных грузов, будучи менее чувствительным к их размещению в грузовом отсеке. Более того, это позволило повысить безопасность за счет реализации более гибкого маневра возврата в случае аварии ракеты-носителя на участке выведения.

Конструкторские поиски привели к следующему варианту нашей многоразовой космической системы – им и стал проект ОК-92, появившийся в виде Технической справки 9 января 1976 г. Стартовая масса корабля ОК-92 снизилась до 112 тонн против 155 тонн у ОК-120 при той же максимальной массе полезного груза 30 тонн. Три маршевых двигателя переместились на центральный блок, ставший полноценной второй ракетной ступенью, а орбитальный корабль получил два воздушно-реактивных двигателя в хвостовой мотогондолах, которые значительно расширили возможности корабля по глубокому предпосадочному маневрированию в атмосфере.

Кроме того, в хвостовой части появился сбрасываемый на 56-й секунде выведения мощный (тягой до 470 тс) твердоотопленный двигатель системы аварийного спасения. Также на борту корабля предполагалось использовать топливо, состоящее из перекиси водорода (окислитель) и керосина РТ-1 (горючее), совместимого с воздушно-реактивным двигателем. Это был первый шаг к объединенной двигательной установке «Бурана», кардинально отличающейся от шаттловской.

Поиск повышения безопасности варианта ОК-92 привел к добавлению четвертого маршевого ЖРД на центральном блоке, выполнявшего функцию «горячего резерва» двигательной установки. Именно в таком виде наша Многоразовая космическая система была представлена в первом эскизном проекте НПО «Энергия» в 1976 г.

С переносом маршевых ракетных двигателей с корабля на вторую ступень ракеты-носителя она фактически перестала

▼ «Многоразовая космическая система с орбитальным кораблем ОК-92»: плакат общего вида системы. НПО «Энергия», 9 января 1976 года

МНОГОРАЗОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (МКС)

орбитальный самолет и первая ступень многоразового использования, топливный отсек второй ступени одноразового использования

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ

- выполнение на орбите объектов министерства обороны, обслуживание на орбите, взаимодействие на земле;
- осуществление маневров на орбите в соответствии с требованиями к посадке на аэродром старта с помощью системы управления полетом;
- исполнение маневров на орбите и взаимодействие на земле объектов в интересах министерства обороны.
- выполнение, обслуживание на орбите и взаимодействие на земле объектов в интересах министерства обороны и армии.

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТАРТОВАЯ МАССА МКС, т	2540 / 2160*
СТАРТОВАЯ МАССА ОРБИТАЛЬНОГО КОРАБЛЯ (ОК), т	92 / 84*
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5*
МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	30 / 28,5*
Угол наклона, град	30 / 28,5*
Угол наклона, град	15 / 14,5*
МАКСИМАЛЬНАЯ МАССА ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, выходящего из ОК, кг	15-20
Угол наклона, град	3-9
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	30
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	4,330 / 384,720
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	720 / 200
ДВИГАТЕЛИ: (КЭМ ИЛИ «Энергия»)-ТЭД, т	114 / 304
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	4000-2400
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	300 / 180
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	3000 (200)
Корректирующая и масса топлива (СТУБИЯ (ОК)), т	1000 (200)
ПОСАДОЧНАЯ МАССА ОК, т	67-72
ПОСАДОЧНАЯ СКОРОСТЬ ОК, км/час	310
Скорость на высоте полета, км/ч	0,8 / 100 км/ч
Скорость на высоте полета, км/ч	15,4-5
Скорость на высоте полета, км/ч	1978 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1981 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1981 год
Скорость на высоте полета, км/ч	1983 год

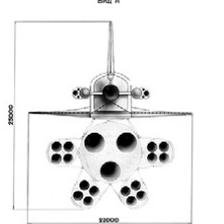
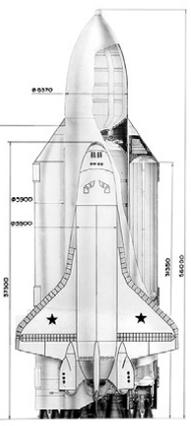


Рисунок В. Лукашевича

нх грузов, будучи менее чувствительным к их размещению в грузовом отсеке. Более того, это позволило повысить безопасность за счет реализации более гибкого маневра возврата в случае аварии ракеты-носителя на участке выведения.

Конструкторские поиски привели к следующему варианту нашей многоразовой космической системы – им и стал проект ОК-92, появившийся в виде Технической справки 9 января 1976 г. Стартовая масса корабля ОК-92 снизилась до 112 тонн против 155 тонн у ОК-120 при той же максимальной массе полезного груза 30 тонн. Три маршевых двигателя переместились на центральный блок, ставший полноценной второй ракетной ступенью, а орбитальный корабль получил два воздушно-реактивных двигателя в хвостовой мотогондолах, которые значительно расширили возможности корабля по глубокому предпосадочному маневрированию в атмосфере.

Кроме того, в хвостовой части появился сбрасываемый на 56-й секунде выведения мощный (тягой до 470 тс) твердоотопленный двигатель системы аварийного спасения. Также на борту корабля предполагалось использовать топливо, состоящее из перекиси водорода (окислитель) и керосина РТ-1 (горючее), совместимого с воздушно-реактивным двигателем. Это был первый шаг к объединенной двигательной установке «Бурана», кардинально отличающейся от шаттловской.

Поиск повышения безопасности варианта ОК-92 привел к добавлению четвертого маршевого ЖРД на центральном блоке, выполнявшего функцию «горячего резерва» двигательной установки. Именно в таком виде наша Многоразовая космическая система была представлена в первом эскизном проекте НПО «Энергия» в 1976 г.

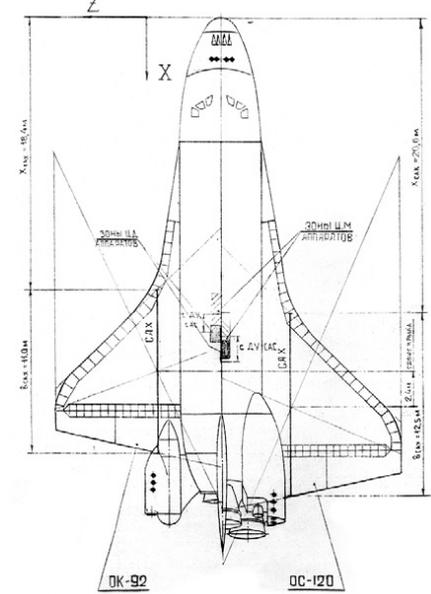
С переносом маршевых ракетных двигателей с корабля на вторую ступень ракеты-носителя она фактически перестала

▼ «Многоразовая космическая система с орбитальным кораблем ОК-92»: плакат общего вида системы. НПО «Энергия», 9 января 1976 года

▲ Многоразовая транспортная космическая система с орбитальным самолетом ОК-120. Плакат НПО «Энергия», вторая половина 1975 года. Справа: реконструкция облика Многоразовой транспортной космической системы с орбитальным самолетом ОК-120

При разработке «Комплексной ракетно-космической программы», представленной НПО «Энергия» в правительство в 1975 г., «маятник качнулся» в сторону шаттла, и второй вариант советского челнока под обозначением ОК-120 («Орбитальный самолет – 120 тонн») уже был его полным аналогом. Таким же он предстал и в том 1Б «Комплексной ракетно-космической программы» после ее доработки во второй половине 1975 г. Единственным отличием ОК-120 от американской орбитальной ступени были два сбрасываемых твердоотопленных двигателя аварийного спасения, которые должны были уводить корабль от терпящей аварию ракеты. В остальном же ОК-120 был неотличим от американского челнока – три многоразовых маршевых ЖРД в хвостовой части, две хвостовые мотогондолы с двигателями орбитального маневрирования и ориентации, оживальное дельтавидное крыло большой площади, сдвинутое к хвосту из-за задней центровки.

Общая компоновка многоразовой системы тоже не отличалась оригинальностью – челнок крепился к большому внешнему топливному баку, по бокам которого располагались ракетные блоки первой ступени. Из-за отставания в создании крупных РДТТ предлагалось использовать не два твердоотопленных ускорителя, как в системе Space Shuttle, а четыре жидкостных ракетных блока. Однако быстро выяснилось, что создать подобный аналог шаттла Советский Союз не в состоянии. Вот свидетельство первого главного конструктора нашей многоразовой космической системы Игоря Садовского: «На период 1974–1977 гг. наше отставание от США оценивалось в 15 лет. Оно выражалось в отсутствии у нас заводов, заводов и опыта работы с большими массами жидкого водорода, опыта работы по многоразовым ЖРД, необходимой (по мнению начальника ЦАГИ Г.П. Свищёва) аэродинамической базы, опыта по крылатым КА, не говоря уже об отсутствии такого аналога, как X-15 в США...»



▲ Изменение центровки со сдвигом крыла вперед при отказе от размещения маршевых ЖРД в хвосте орбитальной ступени при переходе от варианта ОК-120 к ОК-92. Рисунок НПО «Энергия», январь 1976 года

Нам было не под силу создать многоразовый кислородно-водородный маршевый двигатель для его установки на многоразовой крылатой ступени. Ну а коль скоро мы можем создать только одноразовый двигатель, то его логичнее установить на одноразовой второй ступени, разгрузив корабль. Это решение, принятое после определенных колебаний, и привело к тому, что наш челнок во всех своих стадиях разработки и в конечном виде принципиально отличается от американского. Из хвостовой части исчезла большая сосредоточенная масса, что кардинально изменило центровку и позволило уменьшить площадь крыла, сместив его вперед. Наш корабль сразу стал легче и гораздо более эффективным в эксплуатации с точки зрения расширения номенклатуры полез-

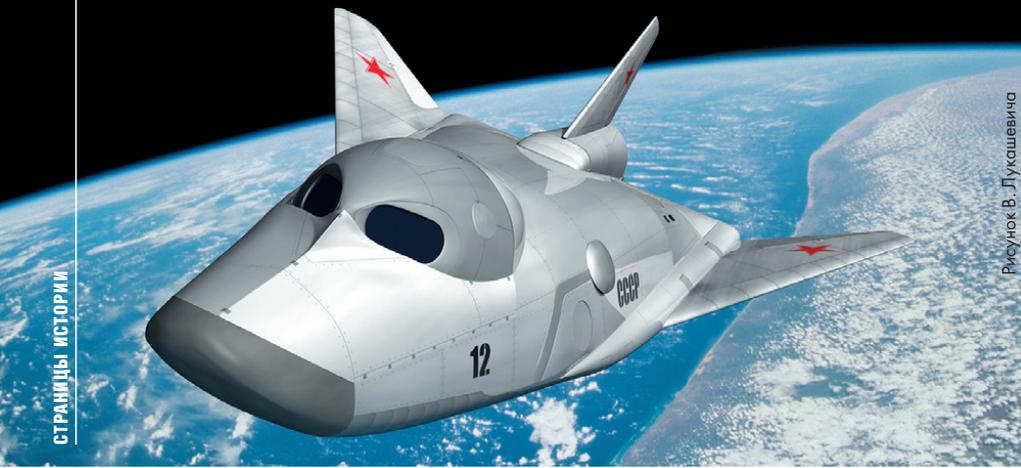


Рисунок В. Лукшевича

▲ Воздушно-орбитальный самолет «Спираль»

иметь что-либо общее с шаттлом уже с начала 1976 г. В то же время при этом, однако, оставалась значительная степень свободы при выборе облика орбитального корабля.

В Минавиапроме был создан значительный задел по авиационно-космической системе «Спираль», разрабатывавшейся с середины 1960-х годов по заказу ВВС. Основные компоновочные решения орбитального самолета «Спираль», выполненного по схеме «несущий корпус», были гораздо интереснее и перспективнее аэродинамической компоновки «бесхвостка» у шаттла. Более того, проект уже продвинулся до изготовления и начала летных испытаний полноразмерных самолетов – аналогов орбитального самолета.

Согласно постановлению № 132-51 создание крылатого орбитального корабля поручалось Министерству авиационной промышленности. В нем специально под решение этой задачи было создано НПО «Молния», кадровый костяк которого составили специалисты ОКБ Артёма Микояна, ранее участвовавшие в работах по «Спирали». Все наработки НПО «Энергия» по варианту ОК-92 в части орбитального корабля также были переданы в НПО «Молния».

Руководство «Молнии» во главе с Глебом Лозино-Лозинским составляли конструкторы, стремившиеся максимально использовать опыт работ по «Спирали» и являвшиеся приверженцами аэродинамической компоновки «несущий корпус». Она позволяла существенно снизить площадь нуждающейся в теплозащите «омываемой» внешней поверхности и отличалась наиболее оптимальным использованием внутренних объемов.

Конструкторы вошедшего в НПО «Молния» Экспериментального машиностроительного завода (ЭМЗ) во главе с прославленным авиаконструктором Владимиром Мясищевым к этому моменту уже несколько лет работали над уникальным проектом одноступенчатого воздушно-космического самолета МГ-19 с ядерным двигателем, способного после взлета в авиационном варианте месяцами летать в земной атмосфере или в варианте ВКС выводить на низкую околоземную орбиту груз массой до 40 тонн.

Наконец, третьим направлением работ являлся проект ОК-92. В итоге «мясищевцы» занялись доведением этого варианта (он получил внутренний индекс 305-2), а конструкторы под руководством Лозино-Лозинского сосредоточились на альтернативном варианте (с индексом 305-1), представлявшем собой многократно увеличенный орбитальный самолет «Спираль».

При этом, разумеется, вся доступная информация о ведущихся в США работах по шаттлу собиралась и тщательно изучалась – всегда проще решать сложную задачу, заранее зная о наличии ее решения и внимательно «подсматривая» за теми, кто продвинулся в получении ответа гораздо дальше тебя. Использование американского опыта позволяло экономить время и средства, сузив поле конструкторского поиска. Поэтому в НПО «Молния» вариант «305-2» постепенно все более становился внешне похожим на американский челнок...

Начавшиеся работы по «Бурану» требовали концентрации усилий в национальном масштабе, и 25 мая 1976 г. вышло решение № 133 Военно-промышленной комиссии при Совете Министров СССР, определившее судьбу всех конкурировавших с «Бураном» проектов многоразовых космических систем. В первую очередь это касалось закрытия «Спирали» и прекращения работ по легкому космическому самолету (ЛКС) в ОКБ Владимира Челомея и воздушно-космическому самолету МГ-19 в НПО «Молния».

До наших дней чудом сохранился уникальный документ – чертеж общих видов орбитальной ступени шаттла, который лег в основу проектирования нашего многоразового орбитального корабля. Юрий Марков, в будущем один из ведущих компоновщиков НПО «Молния», закончил его 20 мая 1976 г., после чего чертеж подписали главный конструктор Многоразовой космической системы Игорь Садовский (от НПО «Энергия»), главный конструктор орбитального корабля Глеб Лозино-Лозинский (от НПО «Молния») и начальник ЦАГИ Георгий Свищёв.

Важность и значение этого чертежа шаттла подтверждают не только подписи главных разработчиков – на поле есть ключевая надпись «Недостающие размеры брать с чертежа как с плаза», говорящая авиационному специалисту о многом. Этот документ – основа основ, это самый точный чертеж американского шаттла, с геометрией и выверенной весовой сводкой, который был в СССР на тот момент. Ну а плановая проекция советского «Бурана», нанесенная на нем поверх образмеренного контура шаттла 1976 г., лучше всего дает ответ на вопрос «кто у кого...»

Этот документ также «представляет все точки над i» в вопросе приоритета формирования облика орбитального корабля внутри отечественной кооперации – этим при участии ЦАГИ занималось проектное отделение Якова Селецкого в НПО «Молния», а НПО «Энергия» только согласовывало работы.

Принципиальное решение было принято в июне 1976 г. К этому времени по варианту «305-1» был выпущен хорошо проработанный аванпроект и изготовлен полноразмерный деревянный макет. Хотя «305-1» имел явные компоновочные преимущества (наиболее оптимальное сочетание внутреннего объема и высокого аэродинамического качества), решили не рисковать. 11 июня 1976 г. Совет главных конструкторов с участием институтов Минобщемаша и Минавиапрома «волевым порядком» окончательно утвердил схему орбитального корабля с горизонтальной посадкой по варианту «305-2» в виде моноплана со свободносущим низкорасположенным крылом двойной стреловидности и двумя воздушно-реактивными двигателями (ВРД) АЛ-31 разработки НПО «Сатурн» генерального конструктора Архипа Льюльки.

Впоследствии главный конструктор «Бурана» Глеб Лозино-Лозинский так объяснял автору это решение: «Глушко посчитал, что к тому времени было мало материалов, которые бы подтверждали и гарантировали успех [альтернативного варианта НПО «Молния»], в то время как шаттл доказал, что его схема работает успешно и здесь риск меньше. Поэтому, несмотря на больший полезный объем «Спирали», было принято решение выполнять «Буран» по схеме, подобной шаттлу... Копирование, безусловно, было совершенно сознательным и обоснованным в процессе наших конструкторских работ, в ходе которых было внесено [по сравнению с шаттлом] много изменений и в конфигурацию, и в конструкцию. Основным политическим требованием было обеспечение габаритов отсека полезного груза, одинакового с отсеком полезного груза шаттла».

▼ О внешнем облике «изделия 305-1» можно судить по продувочной модели орбитального самолета проекта авиационно-космической системы «49М», создававшегося на основе задела по «изделию 305-1». Модель (из фондов СибНИИА) представлена в экспозиции музея Ю. Кондратюка в Новосибирске



космического флота нашей страны на несколько десятилетий.

Проектирование «Бурана» с самого начала велось с таким расчетом, что он должен был превзойти шаттл по всем основным характеристикам и эксплуатационным возможностям. Но он проектировался с оглядкой на шаттл и зачастую перенимал неоптимальные конструктивные решения, причем их неоптимальность становилась понятна уже после внедрения в корабль. Мы догоняли, пытались сразу обогнать, поэтому иногда приходилось делать нерациональные шаги ради сокращения сроков, снижения трудоемкости и стоимости работ. Корабли «дополнительного заказа» должны были все это исправить, став самыми совершенными из возможных.

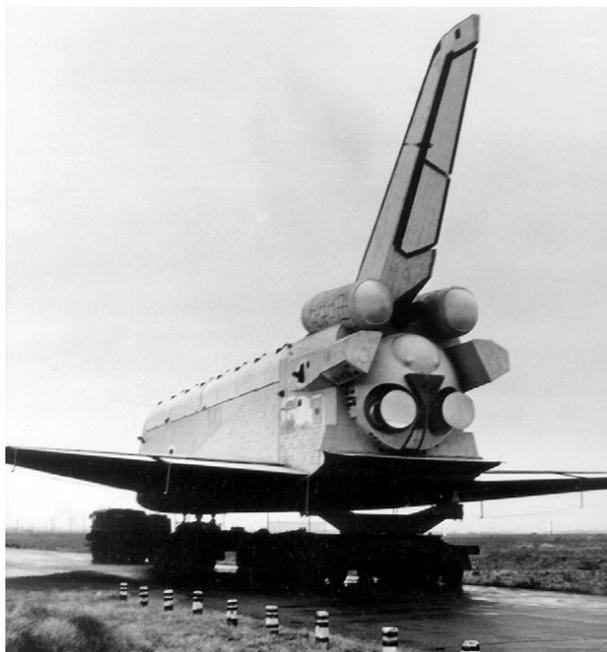
Вершина нашей космонавтики – это не «Буран», известный всему миру, и даже не второй безымянный корабль (1.02), так и не поднявшийся в космос. Наше наивысшее достижение – это корабли второй серии, о которых до сих пор практически ничего не известно. Мы рассказываем о них впервые.

Корабли второй серии только внешне были похожи на корабли первой. Изменения начинались уже с каркаса планера летательного аппарата. Доработки планера объяснялись усовершенствованием бортовых систем и одновременно решали задачу общего снижения массы при одновременном улучшении центровки корабля. Это достигалось изменением конструкции, заменой материалов силовых элементов и включением в силовую схему некоторых приборных отсеков и агрегатов, которые на кораблях первой серии просто устанавливались (навешивались) на элементы каркаса.

Так, в носовой части фюзеляжа верхние секции семи шпангоутов были заменены на титановые из сплава ВТ-23; была изменена конструкция уплотнений между основной и верхней частями внешней оболочки носовой части. В средней части фюзеляжа вместо двух составных лонжеронов по каждому борту, окантовывавших верхним силовым поясом отсек полезного груза, были применены цельные прокатанные и отфрезерованные лонжероны на всю его длину (18,55 метра). Титановые стержни, образующие нижний пояс шпангоутов средней части, были заменены на композиционные из материала КМУ-3, а наиболее ответственные из них выполнялись из боралюминия.

Если у «Бурана» и изделия 1.02 из композитов (углепластика КМУ-4) были изготовлены только створки грузового отсека (самые большие композиционные детали, произведенные к тому времени в СССР) и элементы теплозащиты, то во второй серии композиты уверенно внедрялись в силовой каркас кораблей: они получили композиционные элевоны, створки шасси, руль направления и балансировочный щиток.

Устранялись и «атавизмы», оставшиеся с ранних этапов проектирования. Как известно, к реализации был принят вариант орбитального корабля с двумя двухконтурными



▲ Технологический макет орбитального корабля (изделие 0.04, другие обозначения ОК-МТ, ОК-МЛ2, 7М, 11Ф35МТ) во время транспортировки на Байконуре. Фото сделано до 1987 года (примерно в 1985 году), поэтому на макете в хвостовой части видны две мотогондолы для воздушно-реактивных двигателей АЛ-31

турбореактивными двигателями АЛ-31 без форсажной камеры. Двигатели должны были запускаться в атмосфере после прохождения участка гиперзвукового торможения и увеличивать величину бокового маневра, упрощая управляемую посадку. КБ Архипа Люльки выполнило большую работу по доработке АЛ-31, которые размещались у основания киля в двух полуутопленных мотогондолах. Специальные подвижные крышки защищали их на участке выведения (от скоростного напора), в космосе (от перепада температур) и на участке гиперзвукового торможения.

Однако перед первым полетом «Бурана» воздушно-реактивные двигатели с обоих кораблей первой серии решили снять. Причина была в отсутствии полной уверенности в их надежном распахивании на этапе сверхзвукового пуска в атмосфере и беспрепятственном запуске после месячного пребывания в космическом вакууме. Между тем была уже отработана безмоторная посадка по крутой глиссаде по примеру американского шаттла, и авиационные двигатели стали балластом...

На «Буран», доставленный на Байконур с Тушинского машиностроительного завода без мотогондол, их так и не установили. Оставшиеся пустыми ниши по бокам от киля зашили алюминиевыми панелями, поверх которых наклеили плиточную теплозащиту. Однако все уже установленные двигательные системы, вплоть до рычагов управления

▼ Место установки мотогондол на кораблях 1-й и 2-й серии



двигателями в командном отсеке пилотской кабины, как и вся изготовленная под их установку силовая конструкция хвостовой части, – остались.

Отсутствие мотогондол авиадвигателей изменило аэродинамику и управляемость орбитального корабля. Для уточнения исследований, выполненных в аэродинамических трубах, 22 июня 1988 г. на суборбитальную траекторию был специально запущен аппарат БОР-5 (№ 505), представлявший собой аэродинамическую копию (в масштабе 1:8) «Бурана» без мотогондол (предыдущие четыре аппарата БОР-5 летали с имитацией мотогондол). Этот пуск открыл «Бурану» дорогу в космос...

Снятие мотогондол также открыло воздушно-поток корневую часть киля, что повысило его эффективность и улучшило путевую устойчивость, но одновременно выросли максимальные нагрузки на киль, превысив допустимые в узлах крепления как со стороны вертикального оперения, так и в шпангоутах № 22 и № 24 хвостовой части фюзеляжа. Но каркас кораблей первой серии был уже собран, поэтому «Буран» ушел в полет с некоторыми ограничениями по маневрированию.

Конструкция кораблей второй серии была лишена этих недостатков. Узлы крепления киля были усилены с обеих сторон, были доработаны шпангоуты хвостовой части фюзеляжа (с номерами 22, 23, 23а, 24, 25 и 26) и соответственно изменился теоретический контур в ее верхней части, а также раскрой теплозащиты. В кабине убрали приборы индикации, контроля и управления, относящиеся к авиадвигателям.

В первом полете, невзирая на малую массу и ограниченную дальность бокового маневра, выявилась недостаточная эффективность балансировочного щитка, который, разгружая элевоны на участке интенсивного маневрирования на гиперзвуке ($M=10...6$), примерно за 10 минут до посадки отклонился на максимальный угол. Корабли второй серии получили балансировочный щиток увеличенной площади (за счет увеличенной хорды) с усовершенствованным подвижным уплотнением между щитком и хвостовой частью фюзеляжа.

А вот площадь тормозных парашютов оказалась чрезмерной, и контейнер тормозных парашютов под задней кромкой вертикального оперения был уменьшен, с введением новой крышки контейнера на пневмотолкателях.

Корабли второй серии получили еще одно уникальное аэродинамическое новшество –



Рисунок В. Лукашевича

ИЗДЕЛИЯ 1.01, 1.02



КОНТЕЙНЕР ПАРАШЮТНО-ТОРМОЗНОЙ УСТАНОВКИ



БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ ЩИТОК



ИЗДЕЛИЯ 2.01, 2.02, 2.03



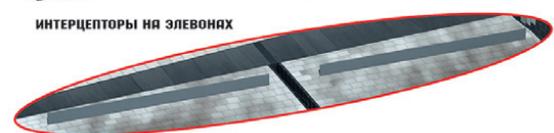
КОНТЕЙНЕР ПАРАШЮТНО-ТОРМОЗНОЙ УСТАНОВКИ



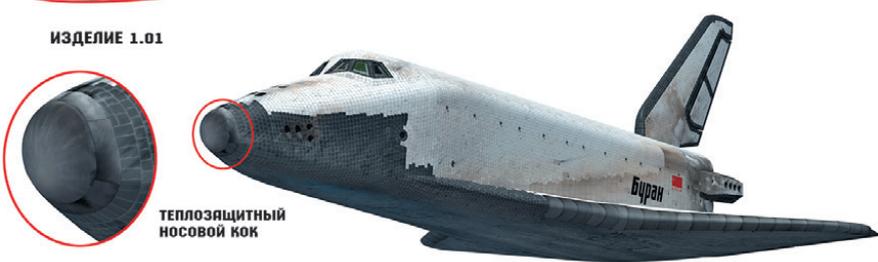
БАЛАНСИРОВОЧНЫЙ ЩИТОК



ИНТЕРЦЕПТОРЫ НА ЭЛЕВОНАХ



ИЗДЕЛИЕ 1.01



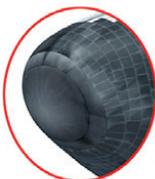
ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ НОСОВОЙ КОК



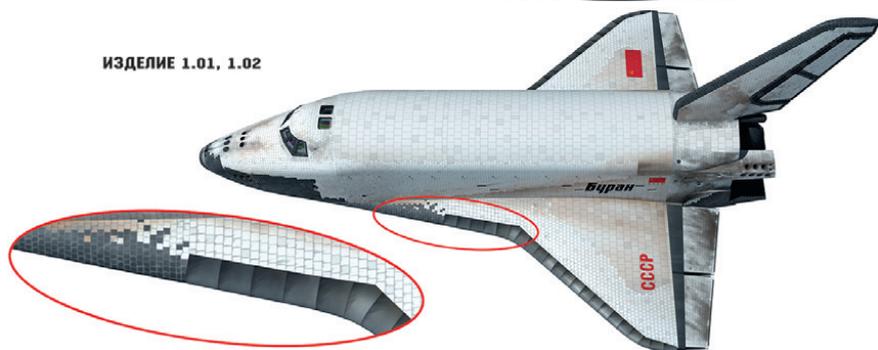
ИЗДЕЛИЕ 1.02, 2.01, 2.02, 2.03



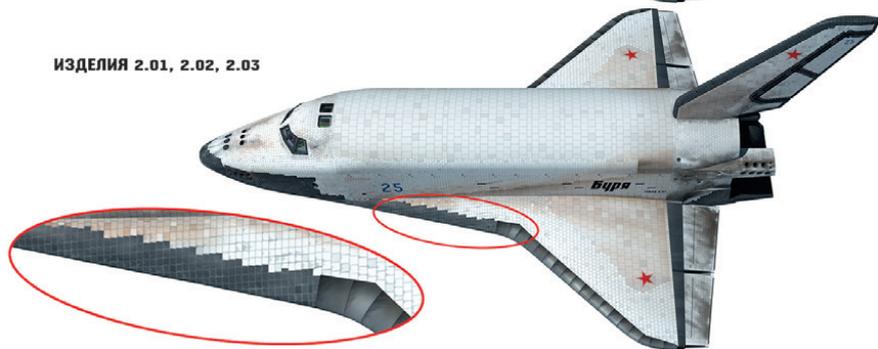
ТЕПЛОЗАЩИТНЫЙ НОСОВОЙ КОК



ИЗДЕЛИЕ 1.01, 1.02



ИЗДЕЛИЯ 2.01, 2.02, 2.03



выдвижные интерцепторы на элевонах, качественно изменившие их эффективность. Интерцепторы широко применяются в современной авиации для регулирования подъемной силы крыла без изменения его угла атаки, но на элевонах их применили впервые. Таким образом, на изделиях второй серии появилась возможность управления по крену и тангажу при фиксированном положении элевонов, руля направления и балансирующего щитка.

В итоге, по совокупности всех аэродинамических улучшений, аэродинамическая схема «бесхвостка» по своим летным характеристикам стала приближаться к нормальной схеме с горизонтальным оперением. В сочетании со снижением сухой массы на четыре тонны (!) это качественно изменяло летно-технические и эксплуатационные характеристики корабля.

На внутренней поверхности створок грузового отсека «Бурана» располагалось по четыре панели радиационного теплообменника системы электропитания, при этом две задние (III и IV) панели жестко крепились к створкам, а две передние (I и II) были подвижными и с помощью собственных приводов могли отходить от раскрытых створок грузового отсека на 35°. Предполагалось, что отвод панелей I и II от створок повысит их эффективность за счет возможности радиационного сброса тепла в вакуум с двух сторон. Так было изображено на компоновке шаттла из отчета ЦАГИ 1977 г., но на самом шаттле реализовано не было.

Углубленные исследования показали, что выигрыш очень незначительный. В итоге на второй серии было принято решение отказаться от подвижности панелей I и II, жестко связав их со створками грузового отсека и существенно упростив конструкцию, а также использовать улучшенное пленочное покрытие.

Серьезным доработкам второй серии, хорошо заметным снаружи, подверглось теплозащитное покрытие орбитальных кораблей. Это стало возможным, с одной стороны, благодаря уточнению распределения полей температур на внешней поверхности кораблей при спуске в атмосферу, а с другой – в связи с появлением более совершенных теплозащитных материалов.

Наиболее ответственные и самые термостойкие элементы теплозащиты, выдерживающие температуру до 1650°C, были выполнены из углерод-углеродного композиционного материала «Гравимол» (носовой кок) и «Гравимол-В»* (секции носка крыла). При проектировании этих элементов мы опирались на опыт шаттлов, но наша теплозащита передней кромки крыла имела существенные улучшения.

Так, соседние углерод-углеродные секции монтировались не в стык, а внахлест по потоку, перекрывая друг друга наподобие рыбной чешуи; это упрощало герметизацию места стыка и исключало попадание плазмы внутрь крыла через стык между соседними секциями даже при ненадежности уплотне-

* Материалы «Гравимол» и «Гравимол-В» сходны по технологии изготовления и различались лишь тканым наполнителем: для носового кока (полусферическая деталь) использовался более тонкий наполнитель ТКК-2, а для деталей кромки крыла – наполнитель ТНУ-4.

ний. На шаттле накопившееся под секциями передней кромки тепло сбрасывалось во внутренний объем крыла через специальные отверстия в передней стенке. Конструкторы «Бурана» сделали переднюю стенку крыла сплошной, дополнительно закрыв ее кварцевой плиточной теплозащитой по аналогии с внешней поверхностью корабля, при этом накопленное под лобовыми секциями крыла тепло «стекало» вдоль стенки по сплошному пространству под секциями, как по трубе, к концевому сечению, и там, у торца внешнего элевона, свободно сбрасывалось в окружающее пространство. Если бы так была организована защита передней кромки крыла у шаттла, то катастрофы «Колумбии» 1 февраля 2003 г. могло бы не случиться...

Носовой кок, по своему облику повторявший аналогичный у шаттла, оказался избыточным с точки зрения распределения максимальных температур. С одной стороны, зона максимального нагрева была меньше его площади, а с другой – из-за большого гиперзвукового угла атаки (до 39°) она была смещена в нижнюю часть кока, что вызывало слишком большой перепад температур (и внутренних напряжений) в его верхней части. Напрашивалось уменьшение размера (площади) носового кока с его одновременным смещением к зоне максимальных температур (критической точке). Это и было сделано, причем новый «укороченный» носовой кок «успело» получить и изделие 1.02.

Дальнейший анализ показал, что можно уменьшить количество углерод-углеродных секций на передней кромке наплыва крыла, оставив их только в зоне перехода с наплыва к крылу и на передней кромке самого крыла. В итоге удалось снять по четыре секции с каждого наплыва, заменив их более легкой плиточной теплозащитой, а для установки оставшихся секций использовать более легкие титановые кронштейны. Все это позволило получить ощутимое снижение общей массы теплозащиты.

Материал кварцевых плиток ТЗМК-10 и ТЗМК-25 с диапазоном рабочих температур 350...700°C был заменен на более совершенный ТЗМК-12 и ТЗМК-20 при одновременном снижении площади плиточной теплозащиты, заменяемой теплозащитой из гибких волокнистых неорганических матов из материала ГЗИ-Н с рабочей температурой до 650°C. На кораблях первой серии гибкая теплозащита изготавливалась из органических волокон с максимальной рабочей температурой 370°C.

На кораблях второй серии существенной доработке, изменениям и модификации также подверглись все бортовые системы и агрегаты, что хорошо видно на примере шасси.

При посадке «Бурана» во время пробегая по полосе многочисленных мелких камешки, вылетающие из-под передних колес носовой опоры, сильно посекали теплозащитную плитку на днище корабля. Посадочную полосу, конечно же, готовили, но посадочный комплекс расположен в казахстанских степях, и сколько полосу не чисти от мелких частиц –

** Ниши шасси не герметичны, поэтому для покрышек использовалась особая резина, не теряющая своих свойств при длительном нахождении в вакууме. Однако она не допускала сильного перепада температур, поэтому внутри ниш поддерживался определенный температурный режим.*



Рисунок В. Лукашевича

▲ Носовая стойка шасси орбитальных кораблей 11Ф35

ветер всегда нанесет новые. Для самолетов это не страшно, но для корабля, покрытого хрупкой плиточной теплозащитой, это могло стать критическим. Проблему решили специальным защитным щитком передней стойки по примеру самолетов фронтовой авиации, эксплуатирующихся с обычных аэродромов. Кроме того, носовая стойка получила фару для возможности выполнения ручной посадки в ночное время суток. Помимо этого, были доработаны механизмы запираения новой композиционной створки для более надежной изоляции внутреннего объема ниши передней стойки в условиях космического полета* и на участке спуска в атмосфере.

Существенным доработкам подверглись и стойки основного шасси. Изменилась кинематика шлиц-шарнира, а патрубки с рабочей жидкостью тормозной системы, отвечающей за торможение и противоюзное растормаживание колес, в подвижной части были защищены специальным подвижным коробом, отслеживающим обжатие амортизатора. Кроме того, была изменена кинематика открытия створок и выпуска основных стоек шасси.

Наиболее кардинальным изменениям подвергся модуль кабины, в котором размещался экипаж и оборудование и системы, обеспечивающие его жизнедеятельность и работоспособность.

Корабли первой серии были рассчитаны на экипаж численностью до 10 человек. В первых четырех испытательных полетах экипаж должен был состоять из двух человек, размещенных в специально доработанных катапультируемых креслах К-36М на верхней палубе кабины (в командном отсеке). После завершения испытаний катапультируемые кресла заменялись на обычные, с размещением четырех космонавтов в командном отсеке и до шести человек – «этажом ниже», на средней палубе (в бытовом отсеке).

▼ Схема с четырьмя катапультируемыми креслами

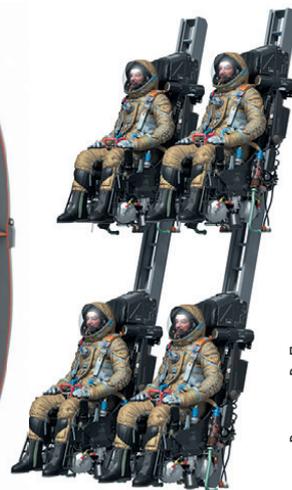


Рисунок В. Лукашевича



Рисунок В. Лукашевича

▲ Модификация системы управления, помимо отказа от воздушно-реактивной двигательной установки, заметна и на изменении числа и компоновки двигателей точной ориентации в носовом блоке объединенной двигательной установки орбитальных кораблей

и органы управления. Вместо черно-белых дисплейных систем появились цветные многофункциональные индикаторы.

Изменилась и сама конструкция модуля кабины, что позволило снизить его массу. Основной конструктивный материал – свариваемый алюминиевый сплав 1201 – был заменен на 1201Т, с перспективой перехода на новый сплав 1570. Схема крепления модуля кабины внутри носовой части фюзеляжа осталась прежней, но с учетом первого полета «Бурана» была введена система внутреннего обдува стекла в зазоре между носовой частью фюзеляжа и модулем кабины.

Среди доработок систем планера можно отметить установку дополнительных баллонов системы электропитания в средней части фюзеляжа, установку баллонов и блоков управления и контроля ряда систем*, перекомпоновку приборного отсека ПО-4, получившего новый углепластиковый каркас, модификацию агрегатов гидросистемы и вспомогательной силовой установки, перекомпоновку со снижением массы системы наддува и вентиляции планера, новые облегченные баллоны из титана системы наддува и разгерметизации и т.д. Наглядным примером оптимизации бортовых систем является модифицированная система газового состава (СГС) модуля кабины, дополненная новой системой «воздух-воздух». Кислородные баллоны СГС были демонтированы, а кислород для нужд СГС отбирался из запасов системы электропитания.

Бортовая кабельная сеть тоже была доработана и оптимизирована со снижением массы переходом на новые электрические провода МК-26, внедрением новых микропереключателей с улучшенными характеристиками и установкой новых распределительных устройств**.

Общий перечень модифицированных бортовых систем Минобщемаша, устанавливаемых на корабль при изготовлении его планера на Тушинском машиностроительном заводе, состоял из 16 позиций. Значительным доработкам подверглись системы управления, бортового радиотехнического комплек-

са, антенно-фидерных систем и т.д. Например, в системе бортовых измерений было сокращено с 3700 до 1000 количество команд, сигналов и параметров, регистрируемых, обрабатываемых на борту и передаваемых на Землю. Это позволило уменьшить количество датчиков, приборов, локальных коммутаторов, кабелей и других компонентов системы, тем самым снизить габариты и массу оборудования. Кроме того, и оставшиеся приборы частично были заменены на новые и более легкие***.

При проектировании облика кораблей дополнительного заказа ревизии подвергалось все без исключения, вплоть до узлов стыковки с ракетой-носителем – блоком «Ц» (второй ступенью) «Энергии». На «Буране» в трех узлах связи с блоком «Ц» использовались пружинные тарелочные толкатели, при этом после отделения корабля открывшиеся узлы крепления уже ничем не закрывались. Все три узла, воспринимавшие колоссальные нагрузки на участке выведения, размещались на мощных силовых шпангоутах (один спереди на шпангоуте № 7 средней части фюзеляжа и два сзади на шпангоуте № 24 его хвостовой части) и специально никак не защищались от интенсивного температурного нагрева на участке спуска в атмосфере. Проблема нагрева решалась большой теплоемкостью (при высокой теплопроводности) нижней массивной части титановых шпангоутов – на участке воздействия плазмы они успевали поглощать значительную часть тепла, при этом за счет своей большой внутренней массы металла температура на внешней части стыковочного узла не успевала достигнуть критических значений. Такое решение было конструктивно простым, но подвергалось циклическому температурному воздействию нижние пояса главных силовых шпангоутов корабля. Именно поэтому на кораблях второй серии вместо пружинных тарелочных толкателей вводились пороховые (газовые) толкатели с теплозащитными крышками, надежно предохраняющими узлы связи от плазмы на участке спуска корабля с орбиты.

Нововведения и улучшения, предусмотренные для второй серии, особенно в бортовых системах, не удалось в полной мере внедрить на ее первом корабле 2.01. Это было связано с тем, что изготовление части бортового оборудования для комплектации 1.02 запаздывало, и было принято решение использовать, насколько это было возможно, уже готовое оборудование с первого ко-

рабля второй серии – 2.01. Помимо нового носового кока, изделие 1.02 получило новую систему управления, новый киль и новую переднюю стойку шасси.

Таким образом, последний корабль первой серии (1.02) получился переходным ко второй серии, а первый корабль второй (2.01) должен был получить отдельные системы от кораблей первой серии из-за неготовности собственных. Все изменения по силовому каркасу, теплозащите и бортовым системам предполагалось в полной мере внедрить на двух оставшихся кораблях второй серии – изделиях 2.02 и 2.03.

Окончательный облик кораблей второй серии (начиная с изделия 2.02) был утвержден через полгода после полета «Бурана» в документе «Технические требования на разработку изделия 2.02 (с ЗК1). Планер ОК с системами ОК разработки предприятий МАП». Требования утвердил 15 мая 1989 г. главный конструктор НПО «Молния» Глеб Лозино-Лозинский по согласованию (25 мая 1989 г.) с первым заместителем генерального конструктора, главным конструктором НПО «Энергия» Юрием Семеновым.

Вторая серия изначально проектировалась в пилотируемом исполнении, однако усовершенствованные бортовые системы позволяли выполнить самую сложную программу полета в полностью автоматическом режиме, вплоть до стыковки с другим космическим аппаратом и его обслуживания бортовыми манипуляторами. Американские шаттлы даже к 2011 г., в конце 30-летнего периода эксплуатации, после нескольких модернизаций, все равно обладали меньшими эксплуатационными возможностями, чем наши орбитальные корабли второй серии, которые должны были начать летать во второй половине 1990-х годов. Не будет преувеличением сказать, что корабли 11Ф35 «дополнительного заказа» являлись не просто вершиной достижений отечественной авиации и космонавтики – они до сих пор остаются самыми совершенными летательными аппаратами в истории человечества. Увы, «встать на крыло» им не довелось...

Второй летный корабль, почти полностью подготовленный ко второму полету, после развала СССР достался в наследство Казахстану. По последним сведениям, его планируют выставить в качестве экспоната в новом технопарке Астаны. Планер первого корабля второй серии (изделия 2.01) был изготовлен и после долгого хранения в НПО «Молния» сейчас находится на территории Лётно-исследовательского института в городе Жуковский.

Последующие два корабля (2.02 и 2.03) были изготовлены только в виде отдельных агрегатов, которые после закрытия программы «Энергия-Буран» не сохранились. Правое крыло со стойкой шасси от изделия 2.02 находится в составе корабля, который долгое время стоял в Парке культуры и отдыха имени Горького, а затем был перевезен на территорию ВДНХ. Добавим, что в этой сборке используется фюзеляж опытного изделия 0.11, изготовленного для статических прочностных испытаний силового каркаса кораблей второй серии.

На этом история отечественных многоэтажных крылатых космических кораблей закончилась. Хочется надеяться, что не навсегда...

* Системы терморегулирования, системы наддува и разгерметизации и др.

** Два РУ-8 заменены на РУ-7А.

*** Например, вместо блоков БИТС2-4 на кораблях первой серии изделия второй серии получили БИТС2-10.

