



КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА РУБЕЖЕ ВЕКОВ: ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Академик РАН **Ю. П. СЕМЕНОВ** (РКК «Энергия» им. С. П. Королева, г. Королев, РФ)

Представлены основные научно-технические достижения РКК «Энергия» им. С. П. Королева за последнее десятилетие как иллюстрация успехов ракетно-космической отрасли на международном рынке передовых наукоемких технологий в интересах освоения космического пространства в XXI веке. Эти достижения были бы немыслимы без решения многообразных проблем сварки вместе с ведущей организацией в этой области — ИЭС им. Е. О. Патона.

Ключевые слова: космические технологии, проекты и программа, орбитальные станции, международная космическая станция, комплекс морского базирования, телекоммуникационные спутники, солнечные отражатели, крупногабаритные околоземные платформы, сварные конструкции

Несмотря на все экономические и политические трудности последнего десятилетия XX века РКК «Энергия» им. С. П. Королева удалось не только сохранить тематическую направленность предприятия, основы научно-технического потенциала ракетно-космической отрасли России, но и выступить инициатором создания совершенно новых направлений и технологий в этой области. Остановимся только на крупномасштабных проектах, которые без преувеличения являются новейшими прорывными наукоемкими технологиями XXI века: пилотируемые орбитальные комплексы «Мир» и международные космические станции (МКС), ракетно-космический комплекс «Морской старт», спутники связи «Ямал», крупногабаритные космические конструкции, проект пилотируемой экспедиции на Марс, энергетические установки для подводных лодок и автомобилей.

Все упомянутые работы были проведены в РКК «Энергия» им. С. П. Королева совместно с другими организациями, в том числе с привлечением научно-исследовательских институтов РАН и стран СНГ. И, безусловно, одним из примеров плодотворного сотрудничества является взаимодействие коллектива, созданного С. П. Королевым в середине 1950-х годов прошлого столетия, с коллективом ИЭС им. Е. О. Патона. Еще в 1958–1959 гг. совместно с ИЭС им. Е. О. Патона на нашем предприятии была внедрена технология электронно-лучевой сварки двигателей в вакууме. Эта установка еще до сих пор работоспособна, на ней свариваются жаропрочные бронзовые и титановые сплавы. Наше сотрудничество, которое за почти полувековой срок распространилось и на другие области создания изделий ракетно-космической техники (например, разработку крупногабаритных трансформируемых конструкций), и сегодня продолжает приносить свои плоды.

Беспрецедентной по многообразию и сложности выполненных работ явилась программа пилотируемой орбитальной станции «Мир» (рис. 1). Этот проект сконцентрировал в себе высочайшие достижения российской (советской) науки и техники

XX века. При его осуществлении был накоплен бесценный опыт решения разнообразных прикладных задач в условиях космоса, что обеспечило всему мировому сообществу дальнейшее развитие и наращивание имеющегося космического потенциала на рубеже нового тысячелетия.

Программа станции «Мир» (1986–2001 гг.), вобравшая опыт эксплуатации орбитальных станций серии «Салют», заложила основы классического подхода к созданию будущих долговременных пилотируемых комплексов на околоземной орбите: модульность и поэтапное строительство, ремонтопригодность бортовых систем и конструкций, регулярность транспортно-технического снабжения, безопасность непрерывной работы экипажа, адаптивность к изменениям программы полета, технология периодического обслуживания свободнолетающих аппаратов, многоплановость целевого использования и управляемый сход с орбиты.

В процессе эксплуатации станция постоянно совершенствовалась и развивалась. Всего на околоземную орбиту было выведено семь модулей, общая масса которых составляла 135 т. Благодаря модульности конструкции стало возможным оперативно менять направления исследований в ходе полета по требованию постановщиков экспериментов, а за счет поэтапности строительства — рационально распределять финансовые и материальные ресурсы. Еще на стадии проектирования была предусмотрена возможность выполнения оперативных ремонтно-профилактических работ, что позволяло устранять в ходе полета самые сложные, в том числе и непредвиденные, отказы. Сверхдли-



Рис. 1. Пилотируемая орбитальная станция «Мир»

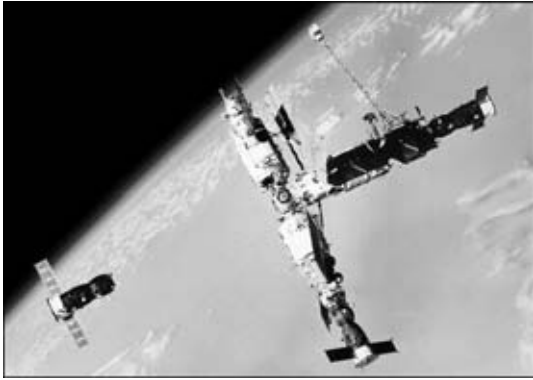


Рис. 2. Три транспортных корабля, «причаливших» к станции «Мир»

тельный пятнадцатилетний полет космической станции (что в 3 раза превысило проектный ресурс), а также преодоление ряда серьезных нештатных и аварийных ситуаций дали бесценный опыт эксплуатации космических орбитальных комплексов.

При создании практически всех бортовых систем использованы принципиально новые научно-технические решения, перспективные для дальнейшего развития космической техники. Разработано и применено свыше 100 новых уникальных конструкционных материалов, освоены передовые технологические процессы.

О высокой эффективности системы транспортно-технического снабжения станции «Мир» свидетельствует тот факт, что общий грузопоток «Земля-борт» составил более 150 т топлива и полезных грузов. К станции были запущены 31 корабль «Союз» и 64 корабля «Прогресс», проведено девять стыковок кораблей «Спейс Шаттл». Система телеоператорного управления транспортными грузовыми кораблями при их стыковке со станцией стала неотъемлемой частью всех взаимодействующих с орбитальным комплексом беспилотных космических аппаратов (КА), благодаря этому повысилась надежность выполнения орбитальных маневров сближения и стыковки (рис. 2).

Главным достижением можно по праву считать опыт многолетнего широкомасштабного сотрудничества в космосе. На борту станции «Мир» работали 104 космонавта и астронавта из России, США, стран Европы и Азии, проведено более 31200 сеансов экспериментов по различным научным программам.



Рис. 3. Интернациональный экипаж станции «Мир» в составе десяти человек

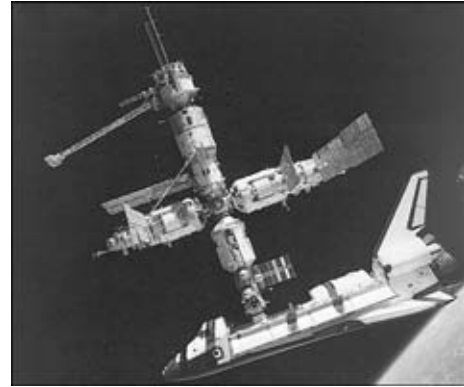


Рис. 4. Стыковка корабля «Спейс Шаттл» со станцией «Мир»

Станция «Мир» практически стала первой международной орбитальной научной лабораторией, а также своеобразным летным полигоном для испытаний в реальных условиях многих технических решений и технологических процессов, используемых на международной космической станции (МКС) (рис. 3):

впервые в мировой практике реализован модульный принцип строительства на орбите космических сооружений больших габаритов и массы (до 240 т); апробированы корабли «Союз», «Прогресс», «Спейс Шаттл» как транспортные средства для доставки экипажей, а также материально-технического снабжения пилотируемых комплексов (рис. 4);

отработана технология поддержания станции в работоспособном состоянии в течение длительного (15 лет) полета и приобретен опыт ликвидации нештатных ситуаций, обеспечения безопасности экипажа и живучести станции;

отработано взаимодействие международных экипажей в длительных полетах и технология совместного управления пилотируемыми космическими объектами из двух центров управления, расположенных в г. Королев (Россия) и г. Хьюстон (США). Все это позволило успешно выполнить начальный этап развертывания МКС массой свыше 180 т на околоземной орбите (рис. 5).

Говоря об орбитальных пилотируемых станциях «Салют», «Мир», МКС следует подчеркнуть принципиальную важность накопленного опыта проведения на орбите около 200 автоматических стыковок КА и модулей различных масс и размеров. Это открывает новые перспективы для создания орбитальных ракетно-космических комплексов с



Рис. 5. МКС (конфигурация 2003 г.)

громдными энергетическими возможностями, которые могут рассматриваться как серьезная альтернатива разрабатываемым сегодня ракетам «тяжелого» класса типа «Ариан-5». Благодаря использованию технологии стыковки на орбите можно по двухпусковой схеме с помощью надежной ракеты-носителя «Протон-М» доставить на геостационарную орбиту (ГСО) КА суммарной массой около 5,5 т (рис. 6). Следует отметить, что к работе над проблемой доставки на орбиту аппаратов указанной массы ученые в Европе только приступили. При использовании двухпусковой схемы эта задача решается значительно надежнее, чем в случае проведения однократного запуска с помощью недостаточно отработанной ракеты-носителя тяжелого класса. Печальным подтверждением тому стала авария ракеты «Ариан-5» 12 декабря 2002 г., когда во время запуска был «потерян» спутник стоимостью более 500 млн дол. США.

Освоение предлагаемой принципиально новой технологии выведения тяжелых КА по частям с последующей сборкой на любых рабочих орбитах, включая геостационарную, в настоящее время под силу только РКК «Энергия» им. С. П. Королева. Работа может быть проведена в короткие сроки с минимальным риском для решения практически любой целевой задачи в ближайшем десятилетии.

Еще одним успешно реализованным проектом, признанным в мире самым амбициозным проектом конца XX века, стало создание ракетно-космического комплекса морского базирования «Морской старт» (рис. 7).

Традиционно комплексы космического назначения, масса которых достигает, как правило, нескольких сотен тонн, а линейные размеры — десятки метров, базируются на наземных космодромах. Те из них, которые расположены в глубине материков, должны иметь значительные площади отчуждения земли. Сегодня Россия, например, отводит для падения первых ступеней из землепользования более 13 млн га площади, а Казахстан — более 5 млн га. Кроме того, космодромы должны иметь еще и серьезную социальную инфраструктуру. На сегодня страны мира располагают 15 наземными космодромами. В некоторых из них созданы стартовые площадки для ракет-носителей ближе к экватору и океану: космодромы Куру в Гвиане (Франция), на мысе Канаверал (США), Танегасима (Япония), Шрихарикота (Индия). Но полностью перенести стартовую площадку в акваторию Мирового океана никто не рисковал, поскольку пугали проблемы, возникающие при размещении космодрома на плавучем средстве.

Использование в качестве стартовых площадок для ракет-носителей плавучих платформ в акватории Мирового океана дает большие преимущества: можно осуществлять запуски КА в различных направлениях, в том числе на ГСО и сол-



Рис. 6. Стыковка двух разгонных блоков для создания на ГСО космического аппарата массой 5,5 т



Рис. 7. Ракетно-космический комплекс «Морской старт»

нечно-синхронную орбиты, при этом не надо отводить площади для «укладывания» первых ступеней. Качественно улучшается «энергетика запуска» за счет вращения Земли. В этих условиях ракета среднего класса «Зенит», способная вывести при запуске с космодрома Байконур на геостационарную орбиту КА массой 1 т, с плавучей платформы выводит почти трехтонный аппарат, т. е. возможности при запуске с экватора повышаются почти в 3 раза. А если использовать двухпусковую схему, то можно будет вывести на ГСО спутник массой 6 т, как и в случае применения такой же схемы для ракеты-носителя тяжелого класса «Протон», запускаемой с космодрома Байконур (рис. 8).

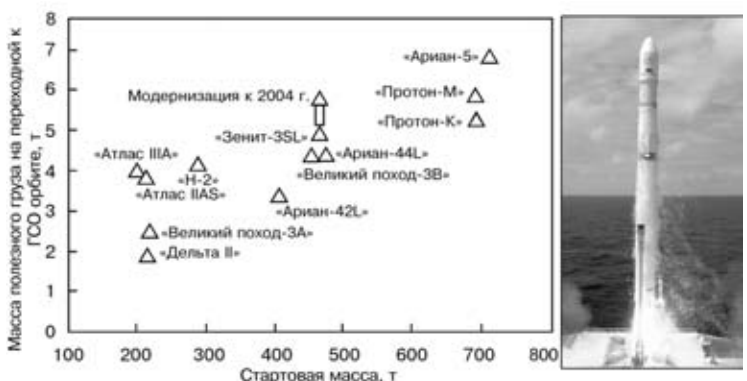


Рис. 8. Диаграмма средств выведения



Рис. 9. Запуск ракеты «Зенит-3SL»

Основной проблемой при этом являлась необходимость адаптации уже существующих наземных и ракетных комплексов к ограниченному по площади плавучим средствам, а также к эксплуатации в морских условиях (наличие влажности и соли). Надо уметь осуществлять запуск ракеты с колеблющейся на водной поверхности платформы, точно прицеливаться и определять координаты точки старта. Недопустимо, чтобы на плавучем средстве, где происходит запуск, в момент его выполнения находилась стартовая команда. Поэтому появляется еще одно обязательное требование: следует исполнять все в автоматическом режиме по командам, подающимся с другого судна. После проработки реализации этой заманчивой идеи всегда делалось одно и то же заключение: «... идея хороша, но труднореализуема из-за множества технических проблем, которые надо решить».

Когда в начале 1990-х годов в связи с распадом Советского Союза мы оказались перед реальной угрозой потери космодрома Байконур, коллектив РКК «Энергия» им. С. П. Королева вновь возвратился к идее создания плавучего стартового комплекса. В 1993 г. был выпущен концептуальный проект комплекса, который получил название «Морской старт». В период с 1993 по 1995 гг. высшему руководству страны неоднократно докладывалось о целесообразности начала таких работ в России. Не найдя поддержки в своем Отечестве, мы приложили усилия для организации международной кооперации для выполнения проекта. В результате многочисленных встреч, острых дискуссий мы смогли убедить наших будущих партнеров в правильности и целесообразности принятия концепции построения комплекса «Морской старт». В 1995 г. создана международная компания, куда вошли РКК «Энергия» им. С. П. Королева (РФ), «Боинг» (США), «Кварнер» (Норвегия) и ПО «Южное» (Украина).

Платформа, построенная в Норвегии и оснащенная стартовым оборудованием, изготовленным на Выборгском судостроительном заводе, в июне 1998 г. вышла в порт базирования Лонг-Бич. Всего на платформу было установлено около 2000 т стартового оборудования и электронной аппаратуры. Ответственность за его установку возлагалась на

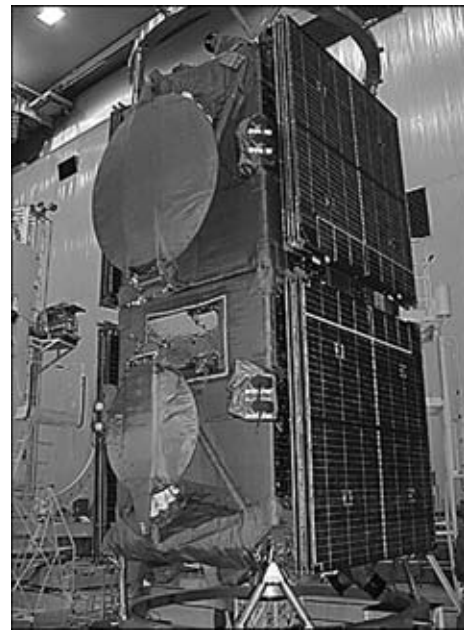


Рис. 10. Два спутника «Ямал-100»

РКК «Энергия» им. С. П. Королева. В нашей кооперации работало также около 30 организаций.

В состав комплекса также входит сборочно-командное судно (СКС), которое в порту служит плавучим сборочно-испытательным комплексом, а в районе старта — центром дистанционного управления подготовкой к запуску и осуществлению старта. Технический комплекс на СКС обеспечивает прием ракетных ступеней, разгонных блоков и КА, их стыковку и испытания, перегрузку собранной ракеты «Зенит-3SL» на стартовую платформу.

Строительство судна проводилось на верфи в г. Глазго (Шотландия), а оснащение ракетным оборудованием общей массой около 1500 т — в г. Санкт-Петербурге на Канонерском судостроительном заводе. На СКС размещены первоклассный монтажно-сборочный и испытательный комплекс подготовки трех ракет-носителей «Зенит-3SL» к запуску. В монтажно-испытательном корпусе (МИК) есть залы для подготовки КА, разгонных блоков, заправочная станция. Здесь же расположен центр управления полетом, который прекрасно оборудован, имеет современные средства отображения и все необходимое для подготовки к пуску. В рамках этого проекта, по сути, была создана совершенно новая трехступенчатая экологически чистая ракета-носитель «Зенит-3SL». После завершения подготовки ракетно-космического комплекса СКС и платформа переходят в район старта на экваторе с долготой $0^{\circ} 1'54''$ з. д. (вблизи о. Рождества).

По объему решенных задач проект «Морской старт» можно сравнить лишь с комплексом «Энергия-Буран», созданным в СССР в 1978–1988 гг.

28 марта 1999 г. был осуществлен демонстрационный запуск и выведение космического объекта «Демосат» на рабочую орбиту. Все прошло без каких-либо серьезных замечаний с высочайшей точностью и положило начало введению комплекса в эксплуатацию. Сегодня с ракетно-космического



Рис. 11. Примеры использования трехслойных композиционных материалов

комплекса «Морской старт» осуществлено уже восемь запусков КА (рис. 9). Этот комплекс занял достойное место в ряду эффективных современных средств выведения.

Не менее ярким примером проекта с внедрением новых технологических решений, реализованных в последние годы, безусловно, является создание телекоммуникационных платформ нового поколения «Ямал».

В начале 1990-х годов РКК «Энергия» им. С. П. Королева после тридцатилетнего перерыва со времени создания первого спутника связи «Молния-1» вновь вернулась к этой сфере производства. Мы сразу попытались выйти на современный технический уровень разработок спутников связи, а по некоторым конструктивным решениям, воплощенным в КА «Ямал-100» (рис. 10), даже превзошли зарубежные образцы. На это ушло более шести лет напряженной работы. При создании новых КА мы отошли от классического подхода, в том числе американского — осуществлять обновление аппарата не более чем на 30 %. В данном случае спутник был новым на все 100 %, т. е. мы шли на большой риск.

Что сегодня подразумевается под понятием новые технологии в области создания телекоммуникационных спутников? Прежде всего, это агрегатирование, которое позволяет нам автономно отрабатывать отдельные элементы и добиться высокой надежности и технологичности в сборочных операциях.

Мы полностью отказались от герметичных отсеков и связанных с этим систем терморегулирования с гидроблоками, прокачивающими жидкость (теплоноситель). Это продлило ресурс спутника с 2 до 10...15 лет, поскольку гидроблоки — это механизмы, которые имеют предельный срок службы 3...5 лет. Для конструкции корпуса и солнечных батарей мы стали использовать трехслойные композиционные материалы (рис. 11), причём



Рис. 12. Спутник «Ямал-200»

в корпусные панели были встроены тепловые трубы. Где нельзя было применить легкие и прочные композиты — применяли высокопрочный легкий металл.

Внедрение этих новых конструкторско-технологических процессов позволило на массе каждого аппарата получить выигрыш до 120 кг. С учетом того, что за один запуск ракеты-носителя «Протон» выводятся два аппарата «Ямал-100», суммарный выигрыш составил 240 кг. На основе уже созданной платформы «Ямал-100» разрабатываются более мощные версии этого аппарата — два КА «Ямал-200» (рис. 12). Аппараты такого класса вполне реально выводить на ГСО самой дешевой, надежной и экологически чистой ракетой-носителем типа «Союз», разработанной еще в 1950-е гг. За прошедшие 40 лет произведено около 2 тысяч запусков ракет этого типа. Пригодная для выполнения поставленной задачи модификация этой знаменитой ракеты-носителя получила название «Аврора». Сейчас идет выпуск документации на эту ракету, но пока за счет собственных средств РКК «Энергия» им. С. П. Королева (рис. 13).

Следует отметить также работы по созданию на околоземной орбите крупногабаритных солнечных отражателей. Это чисто российская технология, которая, безусловно, впишет яркую страницу в историю космонавтики XXI века. Эффективное использование таких отражателей для освещения отдельных участков Земли возможно, если их площадь составляет 5000... 10000 кв. м. Главные проблемы при создании этих отражателей — минимизация их массы и обеспечение автоматического развертывания из транспортного положения в рабочее. До недавнего времени решение этой задачи относили к области фантастики. Однако технологические достижения в материаловедении привели к созданию таких зеркал из полимерной металлизированной пленки, развертываемой в рабочее положение и поддерживающей необходимую форму с помощью центробежных сил, возникающих при вращении отражателя вокруг оси, перпендикулярной его плоскости.

В начале 1990-х годов коллектив РКК «Энергия» им. С. П. Королева приступил к практической реализации этой идеи. В 1993 г. в рамках демонстрационного эксперимента «Знамя-2» на ко-



Рис. 13. Ракетно-космический комплекс «Аврора»

рабле «Прогресс М-15» (рис. 14) был развернут двадцатиметровый тонкопленочный отражатель, с помощью которого осуществлялась подсветка выбранных участков Земли перед восходом Солнца. Анализ переданной на Землю телевизионной и телеметрической информации подтвердил правильность принятых технических решений и разработанных расчетных методик. В 1999 г. космический эксперимент с пленочным отражателем был повторен. Сегодня коллектив РКК «Энергия» им. С. П. Королева работает уже над созданием отражателей диаметром 60 и 200 м. Реализация задачи переотражения солнечного света на отдельные участки Земли имеет огромное практическое значение для высокоширотных районов Земли, а также при проведении работ в чрезвычайных ситуациях.

Еще одним ярким примером использования уникальных космических технологий, отработанных в составе пилотируемых комплексов, является создание тяжелых крупногабаритных платформ на ГСО как для решения телекоммуникационных задач, так и для всестороннего изучения Земли.

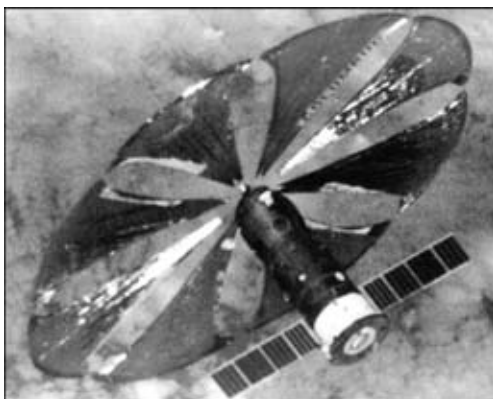


Рис. 14. Эксперимент «Знамя-2»

По своему назначению такие КА должны включать большие антенны диаметром до 30 м и протяженные ферменные конструкции длиной до 100 м. Разработка технических предложений, а по ряду аппаратов этого класса — эскизных проектов стали возможными только благодаря большому опыту создания совместно с ИЭС им. Е. О. Патона на станциях «Салют-7» и «Мир» трансформируемых ферменных конструкций шарнирно-рычажного типа длиной 15 м (рис. 15). Успешно проведенные работы по раскрытию и складыванию таких конструкций, в том числе и в автоматическом режиме, вселяют уверенность в правильности выбранных конструкторско-технологических решений и осуществимости пока еще кажущихся экзотическими проектов.

Получены обнадеживающие результаты в области создания разворачиваемых антенн большого диаметра от 6 до 30 м, не имеющих аналогов в мире (рис. 16). Так, например, размер упаковки антенны диаметром 30 м составляет в транспортном



Рис. 15. Разработанная в ИЭС им. Е. О. Патона шарнирно-рычажная ферма в составе многоразовой солнечной батареи станции «Мир»



Рис. 16. Разворачивание космического рефлектора на станции «Мир»

положении всего лишь 1500 (диаметр) на 2000 мм (длина), ее масса при этом не превышает 200 кг.

Эта совместная работа с грузинскими коллегами, завершившаяся в 1999 г. космическим экспериментом «Рефлектор» на станции «Мир» (рис. 17), открыла грандиозную перспективу для создания не только различных антенн, работающих в радио- и субмиллиметровом диапазонах длин волн, но и зеркал-концентраторов большого диаметра солнечных газотурбинных установок для крупных орбитальных комплексов, таких, например, как МКС.

Накапливая уникальный опыт создания крупных орбитальных комплексов, мы в течение многих лет проводили работы по исследованию концепций полета человека на Марс. Подобного опыта пока еще нет ни в одной стране. Главной проблемой при осуществлении пилотируемой экспедиции на Марс (рис. 18) является обеспечение приемлемого уровня безопасности экипажа как за счет высокого уровня резервирования систем и агрегатов, так и многократной отработки, в том числе в условиях Марса.

Высокая эффективность электрореактивных двигателей позволяет реализовать еще одно очень ценное преимущество проекта — на Землю возвращается не только экипаж в капсуле, но и весь корабль выходит на околоземную орбиту для пов-



Рис. 17. Антенна диаметром 6 м в свободном полете



Рис. 18. Схема компоновки межпланетного экспедиционного комплекса для полета на Марс: 1 — солнечный буксир; 2 — взлетно-посадочный корабль; 3 — межпланетный орбитальный корабль; 4 — посадочный корабль

торного использования. Ресурс корабля составляет 15 лет. Корабль расходует за одну экспедицию только 15 % своего ресурса и после необходимых профилактических замен оборудования снова будет готов к полету.

Значительный путь к осуществлению экспедиции на Марс уже пройден. Технические решения будущей экспедиции отработывались при полетах станций «Салют» и «Мир» (рис. 19). Проведен огромный объем экспериментов по изучению поведения человеческого организма в условиях длительного космического полета. Почти полтора года работал на орбите космонавт-врач Валерий Поляков. Примерно столько же времени займет полет к Марсу.

Создана и прекрасно работает система автоматической стыковки, необходимая для последовательной сборки отдельных частей этого корабля по многопусковой схеме. На орбитальных станциях исследовались различные варианты разворачиваемых ферм («Маяк», «Опора», «Софора», «Рапана», «Тополь»), прообразов ферменных конструкций солнечного буксира (рис. 20).

Отработаны системы жизнеобеспечения замкнутого цикла по воде и кислороду. Эти важные компоненты теперь можно получать из воды и углекислого газа, выделяемых человеком, а не везти их с собой с Земли. Иными словами, техническая готовность к созданию межпланетного корабля очень высока и привлекательна с точки зрения, как безопасности экипажа, так и стоимости.

Необходимо отметить и те новые наукоемкие космические прорывные технологии, которые мы сегодня активно «опускаем на Землю». И таких случаев много. Например, с КБ «Рубин», возглавляемым академиком И. Д. Спасским, у нас есть совместные работы по созданию энергетической установки для дизельных подводных лодок, при этом в качестве основы был использован электрохимический генератор (ЭХГ) (рис. 21), разработанный нами для многофазовой космической системы «Энергия-Буран»; с коллективом «Автоваз» проведена работа по созданию электромобиля (рис. 22) на базе ЭХГ, что является очень перспективным направлением.

Было бы несправедливым не отметить давнее и плодотворное сотрудничество между РКК «Энер-

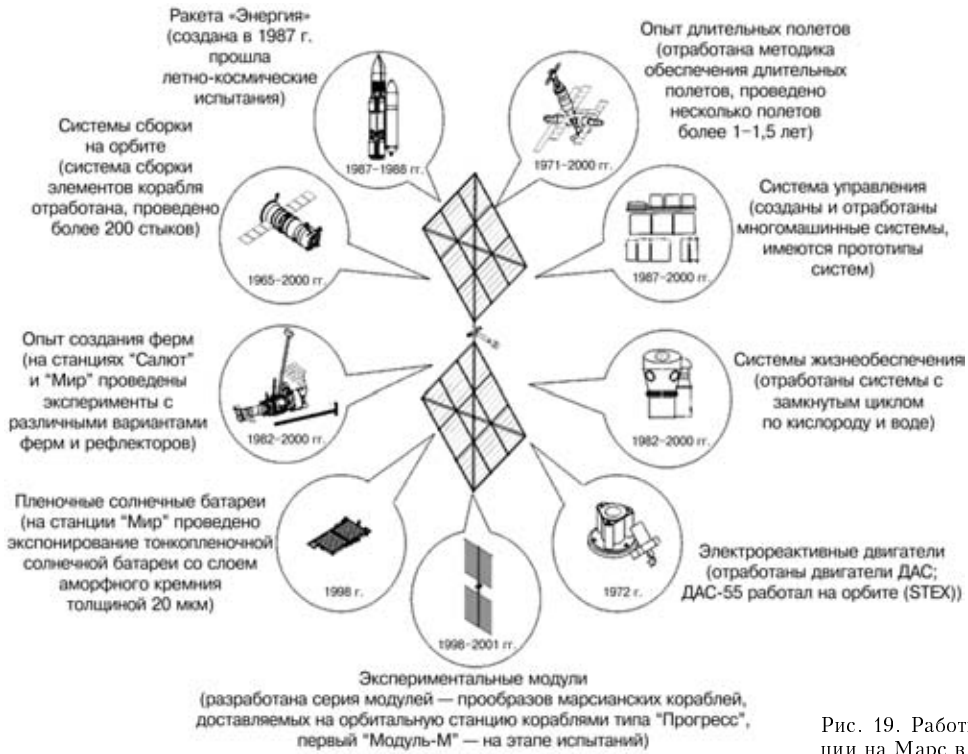


Рис. 19. Работы по подготовке экспедиции на Марс в России

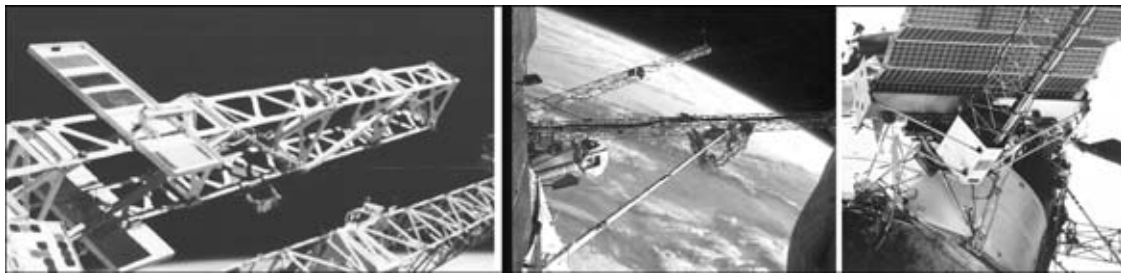


Рис. 20. Прообразы разворачиваемых ферменных конструкций для солнечного буксира, испытанные на станции «Мир»

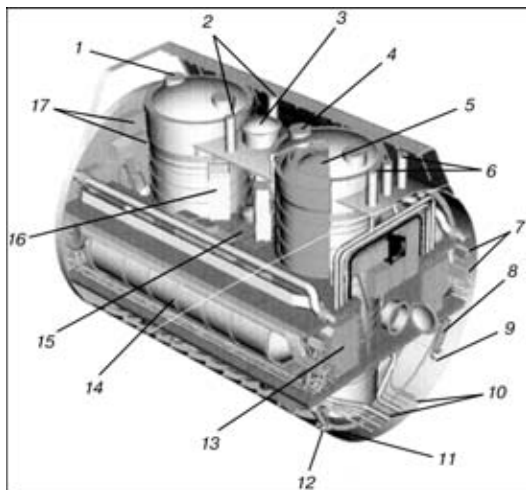


Рис. 21. Электрохимический генератор для дизельной подводной лодки: 1 — технологический люк; 2 — люки вентиляции выгородок; 3 — погрузочный люк; 4 — люк заправки водородом; 5 — блок хранения водорода; 6 — люки заправки кислорода; 7 — транзитные кабели; 8 — блок аварийного дренажа водорода; 9 — блок управляемого дренажа водорода; 10 — транзитные трубопроводы; 11 — блок управляемого дренажа кислорода; 12 — блок аварийного дренажа кислорода; 13 — блок кислородной арматуры; 14 — блок хранения кислорода; 15 — энергоблок ЭХГ; 16 — блок управления ЭХГ; 17 — стойки системы управления

гия» им. С. П. Королева и ИЭС им. Е. О. Патона в области главной темы данной международной конференции — сварки и ресурса конструкций. О первой в мире установке «Вулкан», испытанной в 1969 г., а также о других пионерских экспериментах по отработке технологий электронно-лучевой сварки с использованием ручного универсального инструмента на станции «Салют-7» широко известно всем специалистам. Результаты неоднократно и подробно докладывались на многих конференциях. Очень жаль, что на станции «Мир» нам так и не удалось провести впечатляющий по



Рис. 22. Презентация электромобиля с ЭХГ

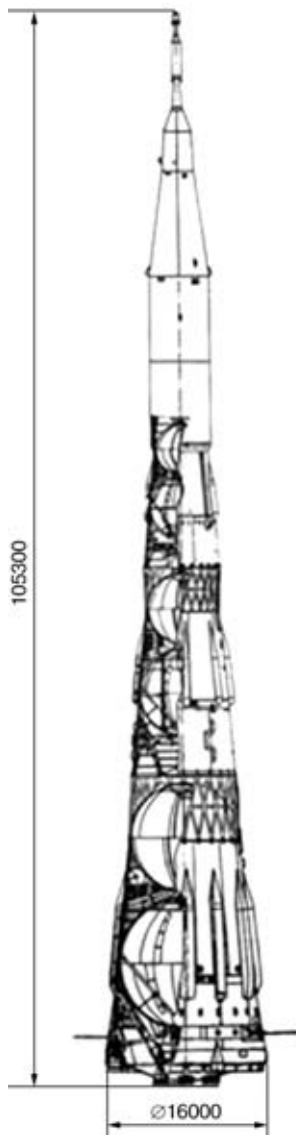


Рис. 23. Ракета-носитель Н-1

сложности и поставленным задачам эксперимент «Флагман» со сварочным инструментом нового поколения «Универсал».

Особо следует отметить исключительно важную роль ИЭС им. Е. О. Патона в разработке технологических процессов сварки топливных баков толщиной 10,6 мм и диаметром 12,8 м для ракеты-носителя Н-1, созданной на нашем пред-

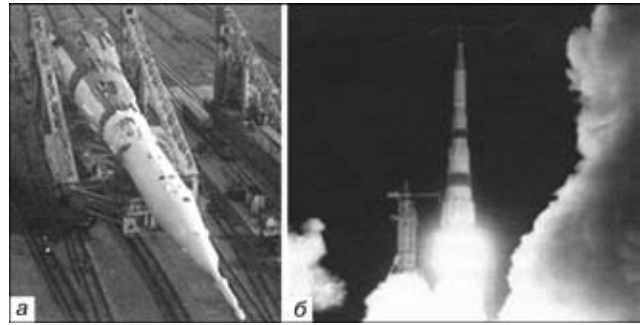


Рис. 24. Ракетно-космический комплекс Н1-Л3 в пути на стартовый комплекс (а) и в полете (б)

приятию (рис. 23 и 24). Эта уникальная работа была проведена в 1965 г. и с тех пор, благодаря сотрудничеству со специалистами ИЭС им. Е. О. Патона, у нас больше не возникает проблем по сварке как в космосе, так и на Земле.

Сегодня на заводе внедрены и широко применяются следующие сварки: лазерным лучом для герметичных корпусов приборов и арматуры; аргонодуговая в инертных газах с контролируемой атмосферой; автоматическая в вакуумной камере баллонов высокого давления из титановых сплавов; трением разнородных биметаллических материалов. Для изготовления баков пилотируемых и грузовых транспортных кораблей, разгонных блоков и других изделий из алюминиевых сплавов используется аргонодуговая сварка.

В заключение следует особо отметить, что все рассмотренные проекты реализованы и реализуются не в экономически стабильной стране при всесторонней поддержке государства, а в условиях экономического кризиса. Это стало возможным только благодаря высокому потенциалу производственной базы, созданной еще в Советском Союзе, сохраненной и развивающейся благодаря самоотверженному труду коллективов, работающих в условиях, близких к экстремальным. Сегодня ракетно-космическая отрасль является одной из немногих (если не единственной), которая демонстрирует примеры не только выживаемости в сложившихся экономических условиях в России и сохранения традиционных связей с организациями, оказавшимися в настоящее время за рубежом, но и закладывает основы для развития новейших космических наукоемких технологий XXI века.

The paper presents the scientific-technical achievements of S. P. Korolyev RSC «Energia» over the last decade as an illustration of the advances of the aerospace industry in the international market of advanced science-intensive technologies with the view to space mastering in the XXI century. These achievements would be unthinkable without solving the multi-faceted problems of welding in cooperation with the E. O. Paton Electric Welding Institute as the leading organization in this field.

Поступила в редакцию 21.03.2003