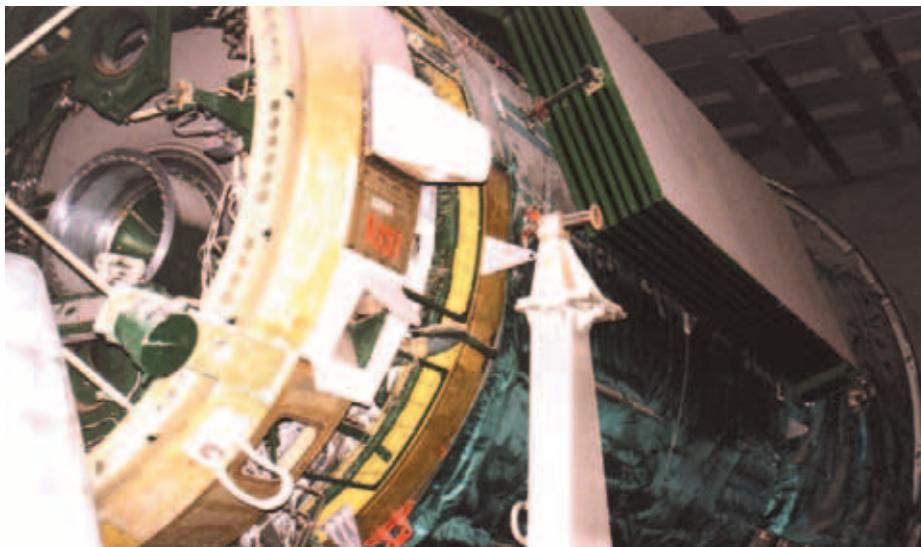


ЖРД ОРБИТАЛЬНЫХ СТАНЦИЙ И КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛИТЕЛЬНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ

Валентин Шерстянников, д.т.н., председатель Межведомственных комиссий по космическим ЖРД ОКБ В.Г. Степанова в 1972-1982 гг.

В 60-70-е годы в СССР были созданы высокоэффективные двигатели и двигательные установки малой тяги с большим количеством циклов работы для космических аппаратов оборонного назначения, пилотируемых орбитальных станций типа "Салют" и космических систем спутниковой связи и передачи телевизионных программ "Радуга" и "Экран". ОКБ В.Г. Степанова разработало ряд та-

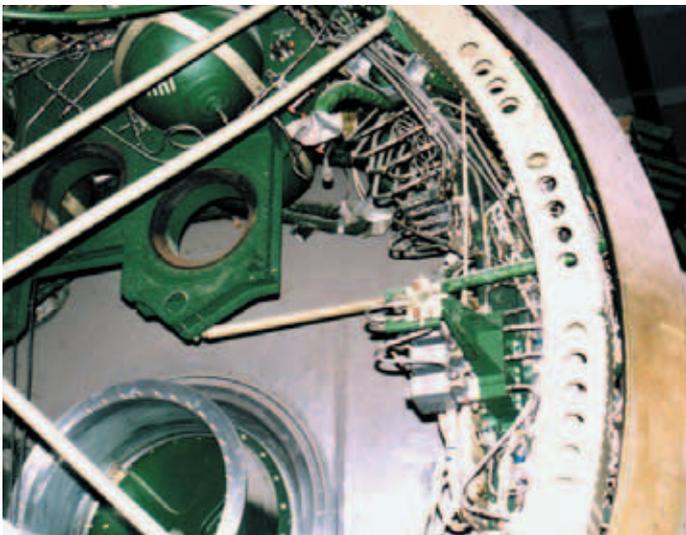
- высокий удельный импульс, в том числе при работе в импульсном режиме;
- низкое давление в камере сгорания;
- отсутствие регенеративной системы охлаждения;
- высокая динамичность переходных режимов, обеспечивающая тысячи включений.



Расположение блоков двигателей стабилизации пространственного положения на станции "Алмаз"

ких двигателей и двигательных установок тягой от 45 гс до 500 кгс, использующих стабильные компоненты топлива.

Указанные двигательные установки имели в своем составе ЖРД, вытеснительную систему подачи топлива, а также быстродействующие клапанные механизмы многократного срабатывания. Особенности двигателей являлись:



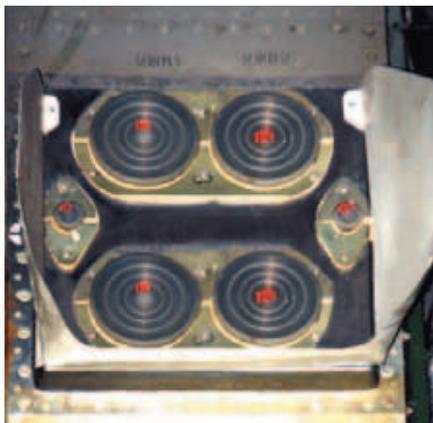
Трубопроводы и топливные баки системы стабилизации "Алмаза"

Создание таких двигателей и двигательных установок представляло собой сложную научно-техническую задачу. Основными проблемами при их создании и отработке оказались обеспечение высокой экономичности, заданной надежности и длительного (в некоторых случаях до 10 лет) функционирования в условиях космического пространства. Наземная отработка и межведомственные испытания двигателей и двигательных установок проводились на огневых стендах ОКБ В.Г. Степанова и А.М. Исаева, а летно-конструкторские испытания - в составе космических объектов. Все двигательные установки прошли полный объем наземной отработки и успешно выдержали госиспытания.

Однако в процессе наземной отработки и летно-конструкторских испытаний в работе отдельных двигательных установок отмечались отказы двигателей и случаи снижения эффективности при функционировании в космосе. Для изучения этих дефектов и повышения надежности двигательных установок ОКБ В.Г. Степанова совместно с НИИ был выполнен большой цикл исследований, позволивших изучить основные особенности работы ЖРД в космосе, выявить причины аномального функционирования и осуществить эффективные мероприятия, обеспечивающие их исключение.

Можно привести несколько примеров успешного решения возникших проблем.

Так, в ходе лабораторных исследований и огневых испытаний двигателей стабилизации орбитальной станции "Алмаз" было выявлено существенное воздействие окислителя (азот-



Блок двигательной установки с шестью двигателями

ного тетраоксида) на уплотнения клапанных механизмов. По результатам проведенных работ было принято решение о переходе на другой окислитель - АТИН. Одновременно на каждом двигателе применили более мощные подогреватели и ввели режим профилактического включения установок. Модернизированные двигатели успешно выдержали межведомственные испытания и были допущены к летным испытаниям в составе станции "Алмаз". Её запуск состоялся 25 июня 1974 г. Генеральный конструктор Владимир Николаевич Челомей, выступая на заседании Госкомиссии перед запуском станции, поблагодарил всех разработчиков комплекса за большую работу и отметил, что орбитальная станция является важнейшей составляющей системы глобальной разведки. В заключение он подчеркнул: "Впереди у нас большая программа, и мы просим министерство увеличить темпы поставок". Однако этим планам не суждено было осуществиться, так как позже все работы по орбитальным станциям были переданы в НПО "Энергия". На базе станции "Алмаз" были созданы станции следующего поколения "Салют-6" и "Салют-7", обеспечившие успешное осуществление обширной научно-исследовательской программы и международной программы полетов космонавтов разных стран.

Еще одна проблема с двигателями малой тяги возникла при летно-конструкторских испытаниях спутниковой системы "Экран". В частности, было выявлено понижение эффективности функционирования двигателя коррекции уже в первые месяцы работы на орбите, в то время как ресурс по техническому заданию был установлен значительно большим - не менее 3 лет.

Председатель госкомиссии по системе "Экран" генерал-лейтенант А.А. Максимов подверг серьезной критике сложившуюся отечественную практику отработки космических спутниковых систем. Он отметил, что в США спутник связи после запуска сра-

зу вводится в эксплуатацию, у американцев отсутствует затяжной период летно-конструкторских испытаний продолжительностью в несколько лет. "Нам тоже нужно переходить на коммерческую эксплуатацию, нельзя без счета пускать космические объекты, - заявил он. - Система "Экран" должна быть использована после завершения летно-конструкторских испытаний без ограничений в опытной эксплуатации с гарантийным сроком функционирования не менее 10 лет".

В этой обстановке я как председатель межведомственной комиссии по двигательным установкам вынужден был остановить официальные



Блок двигательной установки с четырьмя двигателями

испытания до выяснения причины ухудшения работы двигателя коррекции.

В результате напряженной работы, проведенной специалистами ОКБ В.Г. Степанова совместно с НИИ, было установлено, что космическая радиация вызывает изменение физико-химических свойств окислителя (АТИНа), использованного в качестве одного из компонентов топлива. При длительном нахождении двигательной установки в космосе в результате радиационного облучения в АТИНе образуются частицы размером 1...12 мкм, являющиеся продуктами окисления и полимеризации растворенных органических веществ. С течением времени эти частицы коагулируют в более крупные (до 300 мкм), что приводит к перекрытию капиллярных каналов двигателя и задержке поступления окислителя в камеру сгорания.

Решение проблемы стало возможным благодаря разработанному эффективному методу очистки топлива: перед заправкой окислитель облучается радиацией, а затем подвергается дистилляции и тонкой фильтрации. Дисперсный анализ очищенного окислителя показал практическое отсутствие в нем механических частиц и органических веществ. Эффективность разработанных мероприятий была подтверждена наземными и летными испытаниями двигательных установок. Это позволило в конце 1979 г. завершить межведомственные испытания и выдать положительное заключение о допуске двигательной установки к летно-конструкторским испытаниям в составе объекта космической связи.

Научные исследования и успешное создание системы наземной отработки двигателей и двигательных установок малой тяги позволили в 70-е годы принять в эксплуатацию важные объекты оборонного и космического назначения, в том числе "Радугу", обеспечившую в 1980 г. телевизионную передачу Олимпийских игр из Москвы.



Двигатели тягой 40 и 20 кгс



Двигатели тягой 10 и 1,2 кгс



Двигатели малой тяги: 0,6 и 0,3 кгс