

УДК 629.7: 622.456

Разработка научной аппаратуры для поиска и локализации мест утечки воздуха из гермоотсеков РС МКС

Н. М. Пушкин¹, С. В. Бацев², К. О. Леушин

¹д. т. н., ²к. т. н.

АО «Научно-производственное объединение измерительной техники»

e-mail: npoit@npoit.ru, otchel413@mail.ru

Аннотация. В статье изложены основные результаты разработки научной аппаратуры для поиска утечки воздуха из гермоотсеков МКС. Проведена разработка программно-аппаратного научного комплекса, состоящего из оптико-электронного блока, пульта контроля и управления и ноутбука. Оптико-электронный блок является внекорабельной частью комплекса, предназначенного для выявления различных эффектов и аномалий, имеющих место при разгерметизации станции. Результаты измерений и видеоданные через пульт передаются в бортовой ноутбук, в котором фиксируются показания камер УФ-, ИК- и видимого диапазонов, УФ-спектрометра, а также приборов контроля вакуума и напряженности электрического поля. Отдельные части научной аппаратуры прошли заводские и межведомственные испытания и подтвердили свою работоспособность. На научную аппаратуру выпущена схемная и конструкторская документация. Научный комплекс позволит отработать наиболее эффективный метод внекорабельного поиска мест утечки воздуха из гермоотсеков РС МКС.

Ключевые слова: утечка воздуха, разгерметизация, исследование, прибор, аппаратура

Development of the Scientific Equipment for Search and Localization of Air Leak Places from the ISS ROS Pressurized Compartments

N. M. Pushkin¹, S. V. Batsev², K. O. Leushin

¹doctor of engineering science, ²candidate of engineering science

Joint Stock Company "Scientific and Production Association of measuring equipment"

e-mail: npoit@npoit.ru, otchel413@mail.ru

Abstract. The article describes the main results of the development of the scientific equipment intended for refinement of methods of searching the air leaks from the ISS pressurized compartments. It should be stressed that in the process of work the hardware and software scientific complex, consisting of the optical-electronic block, control and monitor panel and laptop, was designed. The optical-electronic block is an extravehicular part of the complex used for identification of various effects and anomalies taking place at depressurization of the station. The results of measurements and video data are transferred via the panel to the onboard laptop in which indications of the UV, IR and visible band cameras, UV-spectrometer, as well as vacuum control and electric field intensity devices are fixed. Moreover, separate parts of the scientific equipment have passed factory and interdepartmental tests and verified their working capacity. The design and engineering documentation for the scientific equipment was issued. It should be noted that the scientific complex will allow to optimize the most effective method of extravehicular search of air leak places from the pressurized compartments of the ISS ROS (the Russian Orbital Segment of the International Space Station).

Keywords: air leak, depressurization, research, device, equipment

В процессе эксплуатации МКС может иметь место возникновение нештатной ситуации, приводящей к утечке воздуха из гермоотсеков станции, например, при столкновениях МКС с другим аппаратом, при ударе крупной метеоритной частицы или при столкновении с элементами космического мусора. С помощью разрабатываемой АО «НПО ИТ» научной аппаратурой «БАР-АРМ» на международной космической станции (МКС) выполняется космический эксперимент (КЭ) «Экспресс», цель которого — отработка методов поиска мест утечки воздушной среды из отсеков МКС.

Аппаратура «БАР-АРМ» состоит из оптоэлектронного блока, пульта контроля и управления, а также бортового ноутбука, на экране которого отображаются показания датчиков и изображения, полученные с помощью оптических приборов аппаратуры.

Оптоэлектронный блок (ОЭБ) является внекорабельной частью комплекса научной аппаратуры «БАР-АРМ». 3D-модель ОЭБ представлена на рис. 1. ОЭБ предназначен для выявления различных эффектов и аномалий на внешней поверхности МКС, имеющих место при истечении воздуха во внешнюю среду. Такими эффектами могут быть изменение давления собственной внешней атмосферы МКС, изменение температурного поля внешней поверхности, свечение газов и паров воды в ультрафиолетовом диапазоне, изменение напряженности электрического поля. Для контроля данных факторов ОЭБ включает в свой состав следующие приборы:

- телевизионную камеру видимого диапазона;
- телевизионную камеру инфракрасного (ИК) диапазона;
- камеру ультрафиолетового (УФ) диапазона;
- спектрометр УФ-диапазона;
- систему контроля вакуума с двумя разнесенными датчиками;
- систему измерения напряженности переменного электрического поля.

В процессе выполнения эксперимента ОЭБ будет перемещаться вдоль поверхности МКС



Рис. 1. Прототип оптоэлектронного блока комплекта НА «БАР-АРМ»

с помощью управляемого манипулятора. Перед началом эксперимента аппаратура переводится из дежурного режима в режим функционирования. Дежурный режим включает режим хранения НА «БАР-АРМ» на борту и периодические проверки. В этом режиме задействована встроенная в ОЭБ система термостабилизации. При переводе аппаратуры в режим функционирования проводится подключение адаптера полезной нагрузки, на котором размещен ОЭБ, к активному стыковочному узлу манипулятора и его перенос в зону измерений. Затем следует открытие защитных шторок оптических окон модулей ОЭБ и проведение сеансов измерений каждым модулем НА. По окончании сеанса измерений защитные шторки закрываются и манипулятор переносит ОЭБ в зону хранения. Адаптер полезной нагрузки подключается к пассивному стыковочному узлу для активации системы термостабилизации ОЭБ при хранении.

Оптические приборы «Томпсон» и «СОМ» (рис. 2 и рис. 3) размещаются внутри гермобоксов (рис. 4) и komponуются в корпусе ОЭБ. Для пропускания оптического излучения видимого, ИК- и УФ-диапазонов корпус ОЭБ снабжен кварцевыми и германиевыми входными окнами. Для защиты от боковых засветок окна снабжены блендами.

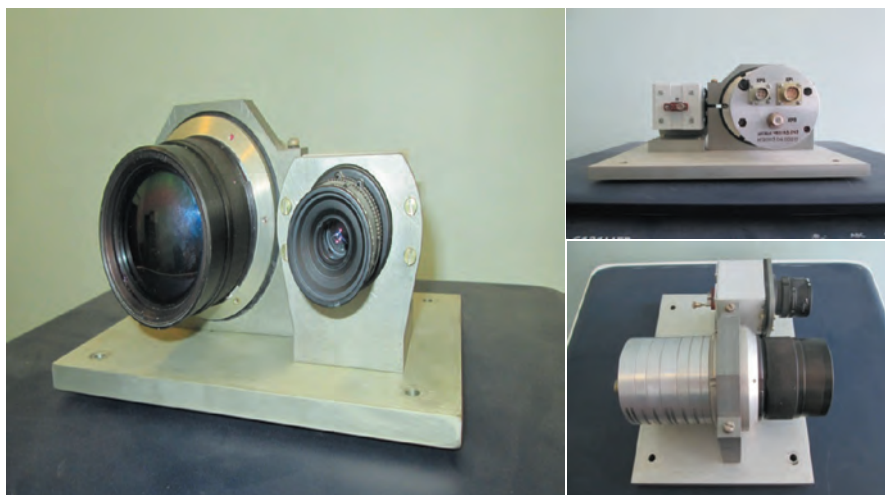


Рис. 2. Термовизионный модуль «Томпсон»



Рис. 3. Спектрооптический модуль «СОМ»

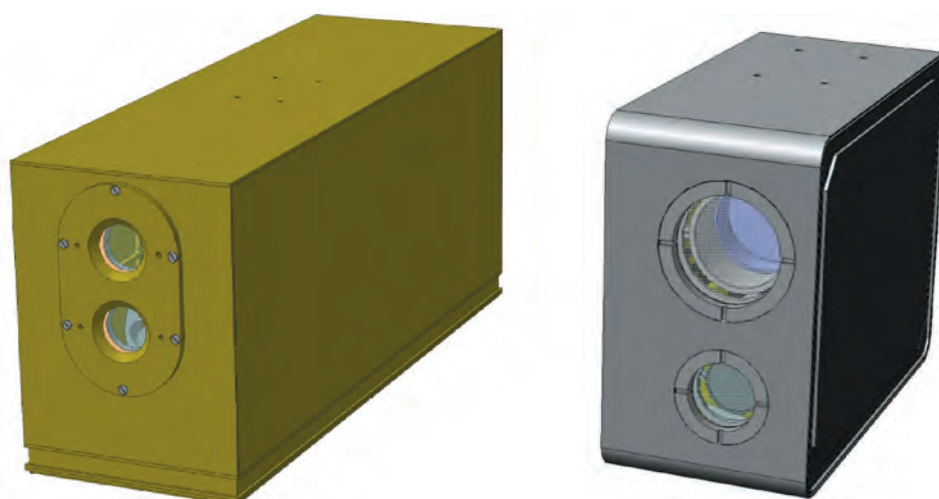


Рис. 4. Герметические коробки оптических приборов для контроля поверхности МКС УФ-, ИК- и видимом диапазоне спектра

Для защиты от внешних загрязнений, обусловленных продуктами работы двигателей ориентации и коррекции, входные окна имеют управляемые шторы.

Результаты контроля теплового и ультрафиолетового излучения будут наноситься на изображение, полученное телевизионной камерой видимого диапазона. Для этого разрабатывается соответствующее ПМО. Результаты эксперимента вводятся на бортовой компьютер (ноутбук).

Сопряжение бортового компьютера с приборами ОЭБ выполняется через промежуточный пульт управления и контроля, в котором размещены необходимые устройства цифрового преобразования сигналов.

В настоящее время компоненты оптико-электронного блока и аппаратуры «БАР-АРМ» в целом находятся на различных этапах разработки. В частности, телевизионные модули видимого и инфракрасного диапазонов прошли предварительные (заводские) испытания, а система контроля вакуума — межведомственные испытания.

Успешное завершение разработки аппаратуры «БАР-АРМ» позволит отработать наиболее эффективный метод внекорабельного поиска мест утечки воздуха из гермоотсеков МКС.

Список литературы

1. Тарасов В. В., Якушенков Ю. Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа. М.: Логос, 2004. 444 с.
2. Несмелова И. М., Андреев В. А. Материалы для ИК-приемников излучения, альтернативные $CdHgTe$ // Оптический журнал, 2007, т. 74, № 3. С. 82–90.
3. Парвулюсов Ю. Б., Солдатов В. П., Якушенков Ю. Г. Проектирование оптико-электронных приборов. М.: Машиностроение, 1990. 425 с.
4. Пронин Ю. С., Пластинин Ю. А., Епишкин Ю. А., Шубралова Е. В. Определение облика и структуры комплекса инструментальных средств поиска мест разгерметизации корпуса КС на базе приемлемых диагностических признаков с учетом этапности размещения на борту. ФГУП «ЦНИИмаш». НТО № 851-5074/97-4124-12, НИР «Бар», 1999.
5. Епишкин Ю. А., Клепацкий А. Р., Копяткевич Р. М., Мишин Г. С., Новиков С. Б. Исследование истечения струи в вакуум и температурных полей в зоне микротечи в оболочке гермоотсека космического аппарата // Космонавтика и ракетостроение, 2001, вып. 23. ЦНИИмаш.