



УДК 62-791.2

Б.А. Рабинович, Е.И. Юревич
Санкт-Петербург, Россия

СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОВЫХ И ЖИДКИХ СРЕД НА КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТАХ

B.A. Rabinovich, E.I. Yurevich
St.-Petersburg, Russia

SYSTEMS FOR MEASUREMENT AND CONTROL OF GASEOUS AND LIQUID MEDIA PARAMETERS ON BOARD OF SPACE VEHICLES

Изучены способы измерения параметров газообразных и жидких сред и реализующие их системы.
ДАВЛЕНИЕ. ПЛОТНОСТЬ. ВОЗДУШНЫЕ ПАРАМЕТРЫ.

The paper is to show methods of measuring gaseous and liquid media parameters and to consider systems for their realization.

PRESSURE. DENSITY. AIR-DATA PARAMETERS.

Задачами измерения и контроля газовых сред внутри и снаружи космических аппаратов, а затем и других летательных аппаратов, в ЦНИИ РТК начали заниматься еще в 70-х гг. XX века в период интенсивного развития космической техники [1].

Первые исследования и разработки относились к методам управления и контроля жизнеобеспечения обитаемых космических аппаратов. После аналитических исследований и математического моделирования были разработаны методы оптимизации режимов работы систем обеспечения газового состава для обитаемых космических аппаратов, реализованные в трехкомпонентном газоанализаторе «Агат» (основные разработчики В.И. Красов, Л.В. Малейко). Помимо своего прямого назначения он сразу же нашел применение в метрополитене, шахтах, спортивных закрытых помещениях и т. п.

После этого по предложению НПО (теперь РКК) «Энергия» была сформулирована следующая тематика дальнейших работ в данном направлении, которая на многие годы определила ее для нашей организации:

- разработка приборов контроля параметров атмосферы космических аппаратов;
- создание приборов контроля герметичности

летательных аппаратов;

- разработка датчиков и сигнализаторов давления для экипажей космических аппаратов;
- измерение параметров среды вокруг космических аппаратов на орбите и при спуске.

Однако одной из первых задач, относящихся к этому направлению, неожиданно стало создание параметрических высотомеров, действующих в функции не давления воздуха, как применяемые сегодня баровысотомеры, а плотности. Они потребовались прежде всего для выпуска парашюта при спуске с орбиты как более соответствующие физическому принципу действия парашюта.

Были проведены соответствующие исследования и создан принципиально новый тип параметрических высотомеров типа «Альфа» требуемого принципа действия, показанный на рис. 1 (А.А. Оганесян, О.А. Загашев, М.К. Запольнов, А.С. Звягинцев, Э.И. Марченко). Они выгодно отличаются от барометрических высотомеров отсутствием подвижных частей, быстродействием и большим диапазоном измеряемых высот вплоть до орбитальных [2].

В дальнейшем создали не имеющие аналогов параметрические высотомеры типа «Рябина», «Акация», измеряющие плотность атмос-

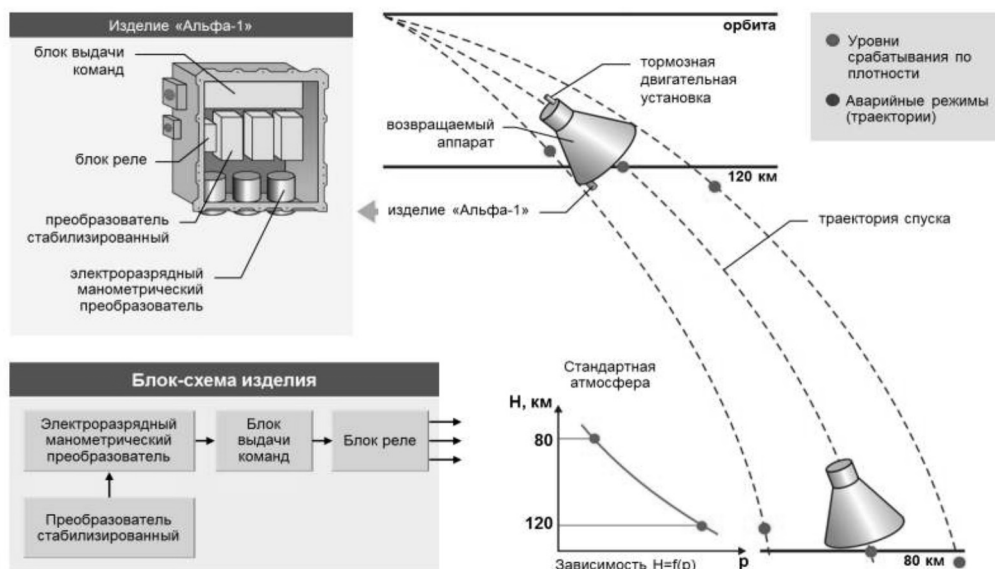


Рис. 1. Система «Альфа-1М» параметрического измерения высоты спускаемого с орбиты аппарата для управления спуском:

1 – орбита; 2 – тормозная двигательная установка; 3 – возвращаемый аппарат;
4 – прибор «Альфа-1М»; 5 – траектория спуска

феры за возмущенным поверхностным слоем, возникающим снаружи летательных объектов, двигающихся со сверхзвуковыми скоростями. Такие высотомеры основаны на использовании фотонного (рентгеновского и гамма-лучевого) излучения (В.Н. Барковский, В.Г. Микуцкий, М.С. Ольков).

На базе этих высотомеров созданы уникальные системы измерения воздушных параметров летательных аппаратов, включая воздушную скорость, углы ориентации относительно набегающего воздушного потока, лобовой воздушный напор. Эти параметры измеряются через возмущенный слой и обшивку летательного аппарата.

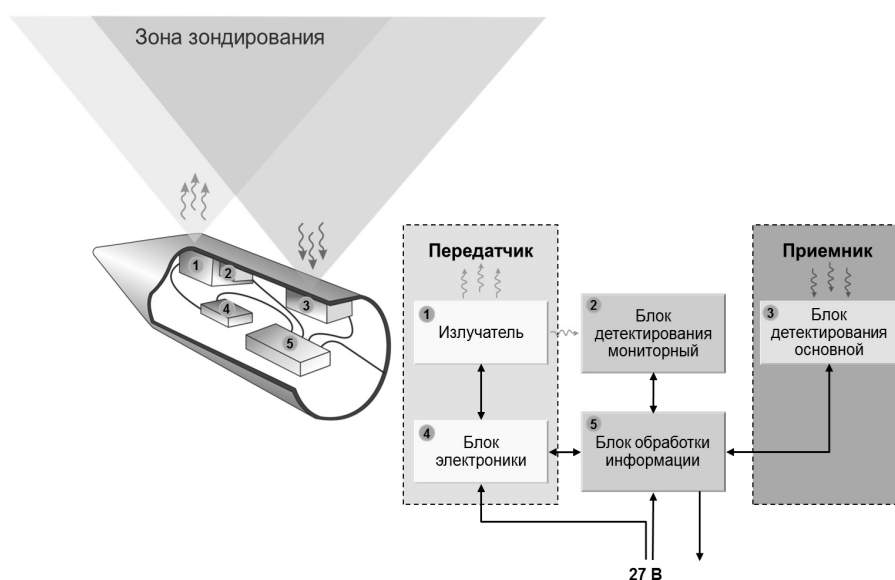


Рис. 2. Система «Акация» дистанционного измерения воздушных параметров через возмущенный слой атмосферы

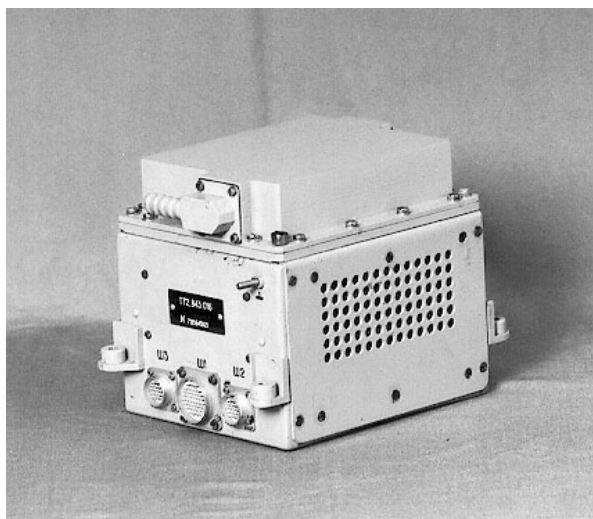


Рис. 3. Изделие «Камера»

В космонавтике это позволяет при сходе аппарата с орбиты управлять траекторией спуска путем использования его аэродинамических качеств (рис. 2) [1].

Из перечисленного выше наибольшее развитие получили системы контроля герметичности, особенно после гибели в июне 1971 г. космонавтов Г. Добровольского, В. Волкова и В. Пацаева из-за разгерметизации спускаемого аппарата. На корабле «Союз» была поставлена срочно разработанная система контроля герметичности Дюза, а в состав орбитальных космических станций типа «Мир» введен сигнализатор давления ДСД (В.А. Красов, Б.А. Ксенофонтов, В.А. Корольков, В.А. Маглыш, Л.В. Малейко). С тех пор подобные приборы входят в состав кораблей типа «Союз» и орбитальных станций, включая современную МКС.

Дальнейшим развитием этой тематики стало создание нового типа систем контроля герметичности «Аргус» и «Камера» для космических аппаратов «Союз-ТМ» и «Прогресс-М» (рис. 3). На их основе позднее создали новое поколение параметрических высотомеров (Л.А. Донской, В.П. Пылев, Б.А. Рабинович, В.В. Сергеев).

Развитием систем контроля герметичности стала выдача на пульт экипажа значений утечек и расчетной величины резервного времени, а также разработка способов и систем обнаружения мест разгерметизации космических аппаратов внутри и снаружи.

Уникальная чувствительность созданных систем контроля герметичности неожиданно приве-

ла к их применению и при наземных испытаниях герметичности различных объектов вместо традиционных барокамер. Барометрические методы требуют больших вакуумных камер, длительной подготовки, а применяемые при этом гелий и другие газы вредно влияют на испытываемые объекты. Разработанные в ЦНИИ РТК принципиально новые методы свободны от этих недостатков.

Для этой цели разработали новый пьезорезонансный датчик «Кварц» (рис. 4), измеряющий давление и температуру, что в совокупности позволяет давать количественную оценку герметичности (Т.П. Андропова, Л.В. Малейко, А.П. Минаков). На основе этого датчика разработали комплекс «Паскаль» контроля герметичности и поиска мест возможной течи с расчетом величины утечки. Комплекс применяется, в частности, для контроля герметичности контейнеров с радиоактивными отходами, контроля давления в отсеках подводных лодок и других газонаполненных объектов.

Последняя указанная выше тематика в области космонавтики – измерение внешней атмосферы вокруг космических аппаратов на орбите включает две задачи: измерение параметров собственной внешней атмосферы и параметров набегающего потока. Первую задачу решили созданием магниторазрядного измерителя разряженной газовой среды, на основе которого создали комплексы ДВЛС и «Индикатор», много лет успешно работающие на различных отечественных космических аппаратах и станциях (В.Н. Гадион, Е.Г. Гужва, Л.А. Донской).



Рис. 4. Датчик герметичности «Кварц»

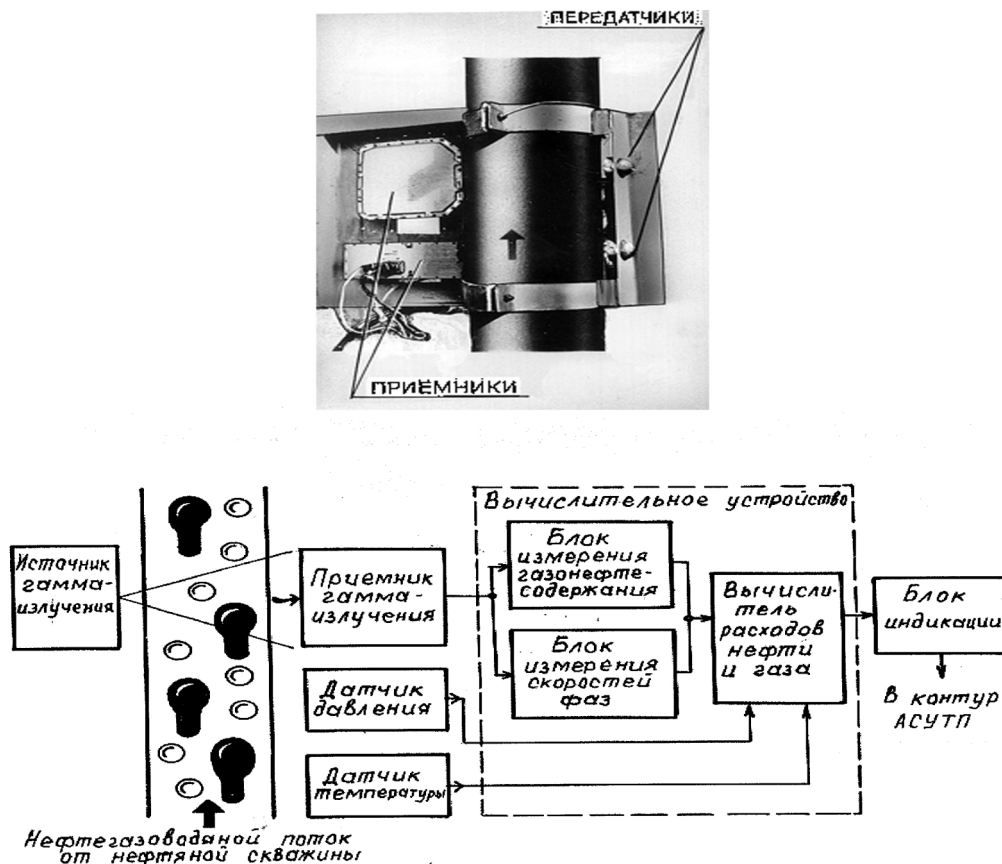


Рис. 5. Система измерения массового расхода нефти «Пульсар»

Задача измерения набегающего потока с целью парирования этого возмущения для стабилизации траектории аппаратов на орбите была решена с помощью того же магниторазрядного датчика системой ДВЛС (Е.Г. Гужва, Ю.Н. Крот, Л.А. Донской, Г.А. Себякина), разработанной для корабля «Буран» и экспериментально отработанной на ряде космических станций.

Отдельное направление работ ЦНИИ РТК составляют основанные на использовании фотонного излучения системы измерения количества (массы) и массового расхода жидких и газообразных сред. Они явились альтернативой повсеместно применяемым традиционным измерителям объема и объемного расхода жидкостей и газов и в отличие от них более соответствуют существу решаемых задач.

Первая такая задача на государственном уровне была поставлена как задание разобраться в причине расхождения показаний количества нефти, поставляемой нефтяниками за границу и регистрируемой там. Задачу решили путем соз-

дания уникальной системы измерения массового расхода нефти (типа «Пульсар») вместо объемного, с выделением при этом различных примесей (вода, газы и т. д.) (А.Н. Казаков, В.А. Кратиров, Е.Ю. Смирнова), показанной на рис. 5.

До этого близкие задачи решались для отдельных главных конструкторов в виде контроля расхода компонентов топлива в ракетах, как, например, система «Иней» для КБ «Южное».

Задача измерения массового количества топлива в баках оказалась чрезвычайно актуальной не только для ракетно-космических объектов, но и для авиации. В 80-х гг. XX века были разработаны первые такие системы типа «Уровень» (Ю.А. Бессонов, Г.К. Верещагин, А.Л. Минков). К сожалению, распад СССР не позволил полностью реализовать эти уникальные разработки.

Рассмотренные разработки ЦНИИ РТК, уникальные по принципу действия и характеристикам, в значительной части еще ждут своего развития и реализации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юревич, Е.И. ЦНИИ РТК. История создания и развития [Текст] / Е.И. Юревич. –СПб.: Изд-во СПбГТУ, 1999. –112 с.

2. Юревич, Е.И. Фотонная техника [Текст] / Е.И. Юревич. –СПб.: Изд-во Политехнического ун-та, 2003.