

СОВЕТСКАЯ МЕЖПЛАНЕТНАЯ СТАНЦИЯ «ВЕНЕРА-4»

Канун славной годовщины Великой Октябрьской социалистической революции и десятилетие эры космических исследований ознаменовались новой блестящей победой советской науки и техники.

18 октября 1967 года советская автоматическая станция «Венера-4» успешно осуществила вход в атмосферу Венеры, впервые проведя измерения физико-химических характеристик атмосферы, плавно опустилась на ее поверхность. Посадка на поверхность и непосредственные измерения характеристик атмосферы Венеры являются крупнейшим достижением современной науки и техники, знаменующим собой новый этап в изучении планет Солнечной системы.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ МЕЖПЛАНЕТНАЯ СТАНЦИЯ «ВЕНЕРА-4»

Станция (см. рис. 1) имеет вес 1 106 килограммов и состоит из орбитального отсека и спускаемого аппарата. (См. рис. 2).

Орбитальный отсек

Орбитальный отсек представляет собой герметичный корпус цилиндрической формы с эллиптическими днищами. Внутри него размещаются электронные приборы радиоконкомплекса, системы астроориентации и научной аппаратуры. Здесь же находятся блоки автоматической системы терморегулирования, химические источники тока, подзаряжаемые от солнечных батарей, и система управления. К корпусу орбитального отсека крепятся спускаемый аппарат, корректирующая двигательная установка, оптические датчики и исполнительные органы системы астроориентации, раскрывающиеся панели солнечных батарей, антенны и датчики научных приборов.

Для коррекции траектории полета, с тем, чтобы обеспечить попадание на планету, на станции имеется жидкостно-реактивная двигательная установка, рассчитанная на проведение двух коррекций. При полете станции «Венера-4» точность первой коррекции была достаточной, так что вторая не потребовалась.

Спускаемый аппарат

Спускаемый аппарат, предназначенный для проведения комплекса научных исследований в атмосфере Венеры, имеет форму, близкую к шару, диаметром 1 000 миллиметров. Его вес — 383 килограмма. (См. рис. 2).

Известно, какие трудности пришлось преодолеть для спуска аппаратов, движущихся с первой космической скоростью в атмосфере Земли.

Вход в атмосферу со второй космической скоростью в успешное торможение космического аппарата осуществлено в мировой технике впервые. При этой скорости температура за ударной волной, возникающей перед спускаемым аппаратом, достигает 10—11 тысяч градусов Цельсия.

Для уменьшения притока внешнего тепла внутрь аппарата при входе в атмосферу и аэродинамическом торможении, а также от «горячей» атмосферы Венеры поверхность корпуса снабжена специальной теплозащитой. В нижней его части установлен демпфер, уменьшающий колебания аппарата при движении в атмосфере планеты.

Спускаемый аппарат имеет два герметичных отсека — приборный и парашютный. В приборном отсеке находятся передатчик, телеметрическая система, аккумуляторная батарея, программно-временное устройство, блок автоматизации, система терморегулирования, научная аппаратура и радиовысотомер.

В парашютном отсеке размещается специальная система из двух парашютов — тормозного и основного, выполненно-

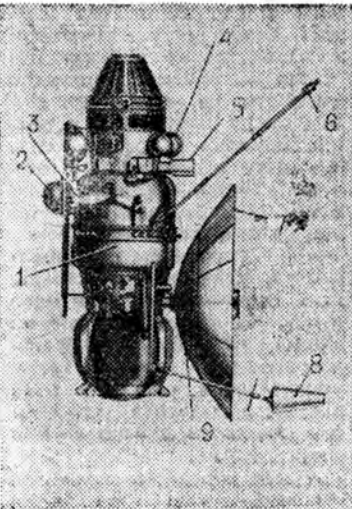
го из термостойкой ткани, рассчитанной на работу при температуре до 450 градусов Цельсия. Кроме того, здесь же находятся датчики научной аппаратуры, передающая антенна и антенны радиовысотомера.

В спускаемом аппарате были установлены два выпелета с изоборажем Герба Союза Советских Социалистических Республик, которые были доставлены на поверхность планеты Венеры.

Радиоконкомплекс межпланетной станции

Радиоконкомплекс станции обеспечивает проведение траекторных измерений параметров движения космического аппарата, запоминание и передачу служебной и научной информации, а также управление работой систем по командам с Земли.

В орбитальном отсеке, помимо двух приемников и передатчика, размещены телеметрические коммутаторы, дешифраторы, запоминающее устройство и вспомогательная электронная аппаратура.



ОБЩИЙ ВИД СТАНЦИИ «ВЕНЕРА-4». (Рис. 1)
1. Орбитальный отсек (ОО). 2. Датчик астроориентации. 3. Датчик постоянной ориентации. 4. Баллоны с газом. 5. Датчик ориентации «Солнце — Земля». 6. Датчик и штанга магнитометра. 7. Остронаправленная параболическая антенна. 8. Малоанправленная антенна. 9. Радиатор системы терморегулирования. 10. Панель солнечных батарей. 11. Корректирующая двигательная установка (КДУ). 12. Микродвигатели системы астроориентации. 13. Счетчик космических частиц. 14. Спускаемый аппарат (СА).

Часть радиоконкомплекса, размещенная в спускаемом аппарате, включает в себя два переносных датчика, телеметрический коммутатор и программный механизм. Кроме того, имеется устройство автоматического переключения передатчиков в случае выхода из строя одного из них.

Связь станции с Землей осуществлялась в дециметровом диапазоне радиоволн. На трассе полета использовались три бортовые антенны: одна — остронаправленная с параболическим отражателем диаметром около 2,3 метра и две малоанправленные. В зависимости от программы сеанс выбиралась одна из этих антенн путем подачи соответствующих команд с бортового блока автоматизации или с Земли. Передача информации со спускаемого аппарата при снижении его на парашюте производилась через специальную антенну, концентрирующую энергию в сравнительно узком конусе, в пределах которого находилась Земля. На трассе полета передатчик спускаемого аппарата могли быть подключены к любой из малоанправленных антенн орбитального отсека.

Между сеансами связи бортовой радиоконкомплекс работал в дежурном режиме, при котором оставались включенными дешифраторы командной радиосвязи и один из приемников, подключенных к малоанправленной антенне. Кроме того, в этом режиме показаны научных приборов вводились через телеметрический коммутатор в специальное запоминающее устройство. В любом из сеансов связи эта информация могла быть передана с запоминающего устройства на Землю.

При проектировании и изготовлении радиоэлектронной аппаратуры было уделено особое внимание надежности ее функционирования.

Техническая сложность приема весьма слабых радиосигналов космических аппаратов, предназначенных для исследования планет Солнечной системы, очевидна. В данном случае дополнительная трудность состояла в том, что наиболее ценная информация передавалась во время полета станции к Венере при весьма быстром нарастании скорости. Скорость движения передатчика относительно приемника изменяла длину волны принимаемых радиосигналов. Поэтому при приеме сигналов подлетающей к Венере станции необходимо было точно и с высокой скоростью перестраивать приемники центра дальней космической связи.

Система энергопитания

Система энергопитания станции «Венера-4» состоит из солнечных батарей, расположенных на двух панелях, химических аккумуляторов и блока управления. Она обеспечивает широкий диапазон нагрузок при минимальном весе и стро-

кой, гироскопические приборы и приборы управления. Разворот станции в заданное направление производится с помощью газовых реактивных микродвигателей. Положение станции в пространстве фиксируется относительно астрономических ориентиров: Земли, Солнца и звезды Канопус.

Основным режимом полета станции к Венере является постоянная ориентация панелей солнечных батарей перпендикулярно к солнечным лучам. Специальный оптико-электронный датчик позволяет найти направление на Солнце и сохранить это положение станции в пространстве. При этом связь со станцией поддерживается через малоанправленные антенны. Тот же режим ориентации может быть осуществлен за счет закрутки аппарата вокруг оси, перпендикулярной плоскости солнечных батарей. Предварительно эта ось ориентируется на Солнце.

Использование в сеансах радиосвязи с Землей остронаправленной параболической антенны требует ориентировать станцию в пространстве с большой точностью. Вы-

ходящаяся на расстоянии около 45 тысяч километров от Венеры, началась приплыветный сеанс. Станция была сориентирована так, чтобы параболическая антенна была направлена на Землю. Это положение станции сохраняла до входа в атмосферу. После этого приплыветный сеанс был закончен, и от космической станции отделился спускаемый аппарат. С увеличением плотности атмосферы торможение спускаемого аппарата вначале резко возрастало, чем в 300 раз превышала земное ускорение.

Когда скорость движения снизилась примерно до 300 м/сек., была введена в действие парашютная система. Она обеспечила дополнительное торможение аппарата, переход на режим плавного спуска и мягкую посадку.

В момент раскрытия основного парашюта включился передатчик спускаемого аппарата. Началась передача данных об атмосфере планеты. Измерения с помощью радиовысотомера, проведенные в этот момент, показали высоту над поверхностью Венеры 26 километров. По замеренным параметрам атмосферы был проведен расчет дальнейшего движения спускаемого аппарата.

В начале участка плавного спуска скорость снижения составляла около десяти метров в секунду. По мере спуска и увеличения плотности атмосферы скорость снижения уменьшалась и в конце спуска составляла 3 м/сек. Это обеспечило мягкую посадку спускаемого аппарата на поверхность Венеры (с такой скоростью падает на земной теле с высоты полметра). Через 94 минуты станция прекратила передачу информации. До этого момента давление и температура атмосферы все время плавно нарастали. Расчет величин снижения станции до конца передачи данных подтверждает,

что она вела передачу до момента посадки на поверхность Венеры. Окончание передачи информации после посадки станции на поверхность планеты может быть объяснено тем, что она заняла положение, вызвавшее затенение направленной антенны.

Обработка радиозмерений позволяла установить положение проекции на поверхность Венеры места входа станции в атмосферу с точностью до 500 километров. Оно находится на ночной стороне Венеры, вблизи ее экватора на расстоянии около 1 500 километров от терминатора (границы тени). Это позволяет заключить, что весь спуск происходил на ночной стороне планеты.

НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научные исследования проводились станцией «Венера-4» на всем протяжении полета Земля — Венера, в околопланетном пространстве Венеры и в плотных слоях ее атмосферы.

При полете к Венере в 1964 году американской станции «Маринер-2» было установлено, что дипольное магнитное поле Венеры не превышает одной десятой магнитного поля Земли. Предварительный анализ результатов измерений станции «Венера-4» на траектории вплоть до нескольких сот километров от ее поверхности позволяет сделать заключение, что Венера не обладает магнитным полем, дипольный момент которого составил бы более трех десятитысячных дипольного магнитного поля Земли.

Предварительные результаты экспериментов с ловушками заряженных частиц показали, что концентрация заряженных частиц в исследуемой области верхней атмосферы Венеры (на высоте более 100 километров) не превышает 1 000 частиц в кубическом сантиметре, т. е. по крайней мере на два порядка меньше максимальной концентрации заряженных частиц в ионосфере Земли. Вопрос об ионосфере Венеры неоднократно обсуждался в течение полета, причем ряд авто-

парашюта на высоте около 26 километров проба атмосферы была введена в пять патрвов. В остальные шесть патрвов проба была введена спустя 347 секунд после начала парашютирования, на высоте около 23 километров. После введения проб патроны-газоанализаторы герметично закрывались. В каждом патроне находился активный поглотитель, поглощавший одну из химических компонент атмосферы, что давало возможность определить содержание этой компоненты по снижению давления в патроне.

Сработали все анализаторы. Они показали на обеих высотах измерений, что углекислый газ является основной компонентой атмосферы Венеры и составляет не менее 90—95 процентов всего ее состава. Анализаторы, имевшие пороговую чувствительность 7 процентов, не зарегистрировали присутствия азота. Процентное содержание кислорода оказалось около 0,4 процента, а воды вместе с кислородом не более 1,6 процента.

Датчики температуры были рассчитаны на измерение температуры окружающего газа от 0 до 400 градусов Цельсия. Давление измерялось обычным барометрическим датчиком анероидного типа. Измеритель плотности имел диапазон измерений для углекислого газа от 5×10^{-4} до $1,7 \times 10^{-2}$ грамм в кубическом сантиметре.

Привязка параметров атмосферы к высоте производилась, начиная от высоты 26 километров над поверхностью Венеры.

Зачисленные приборы по высоте осуществлялись двумя методами. В первом случае по известным аэродинамическим характеристикам парашюта и плотности атмосферы вычислялась скорость снижения и в результате интегрирования определялась зависимость высоты от времени.

Во втором случае изменение высоты по времени определялось по барометрической формуле с использованием полученных данных о составе, плотности и температуре атмосферы.

Результаты расчетов по обоим методам согласуются.

Ход изменения температуры близок к линейному, со средним температурным градиентом около 10 градусов на километр. Заштрихованная область соответствует возможному отклонению в показаниях приборов. Последнее значение температуры, измеренное датчиком у поверхности планеты, как видно из приведенного графика, составляет около 280 градусов.

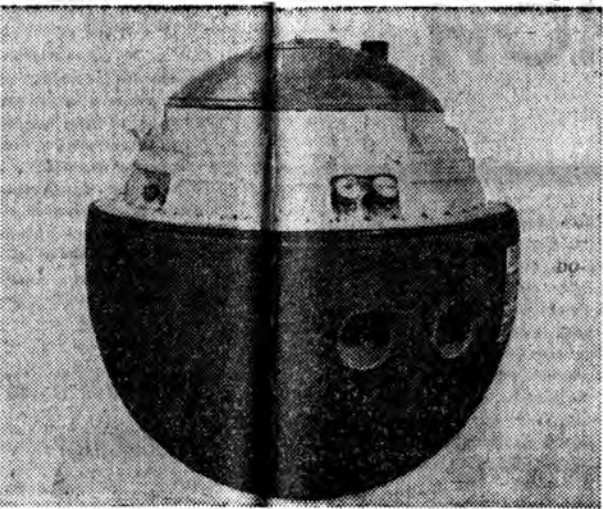
Таким образом, впервые получены непосредственные надежные измерения параметров атмосферы Венеры.

Данные научных измерений, проведенных «Венерой-4», детально изучаются и уточняются. Результаты последующего анализа будут публиковаться в научных журналах.

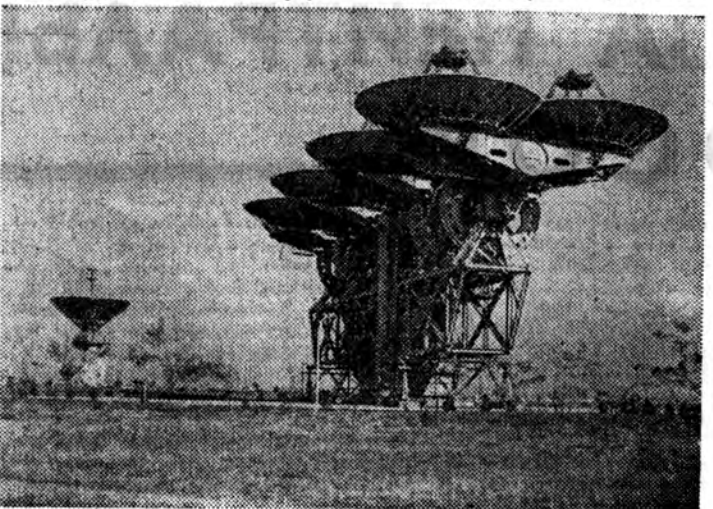
Успешное осуществление полета и посадки автоматической станции «Венера-4» на одну из наиболее интересных планет Солнечной системы и проведение сложнейших научных экспериментов является новым выдающимся достижением советской науки и техники, которые обрели невиданный взлет в условиях социализма. Это еще одно яркое свидетельство успешного выполнения величайшей программы коммунистического строительства, начерченной XXIII съездом КПСС.

Эти приборы позволяли получить впервые непосредственно измеренные данные о температуре, давлении и химическом составе атмосферы Венеры.

В патроны-газоанализаторы вводилась проба атмосферы на двух уровнях высоты. Непосредственно после раскрытия



СПУСКАЕМЫЙ АППАРАТ (Рис. 2)
(Теплоизоляция с верхней части снята)



Центр дальней космической связи. На переднем плане большая антенна, принимавшая радиосигналы с борта автоматической межпланетной станции «Венера-4». (Фотохроника ТАСС)

сокая точность ориентации достигается за счет того, что в этом случае положение станции в пространстве фиксируется относительно направлений на Солнце и Землю. После заката Солнца и Земли в поле зрения датчиков антенна оказывается направленной строго на Землю.

Система терморегулирования

Одной из важнейших систем межпланетных автоматических станций является система терморегулирования. На нее возложена ответственная задача поддержания во всех отсеках заданных температурных режимов. Необходимый тепловой режим элементов конструкции и бортовых систем обеспечивается сочетанием пассивных и активных способов терморегулирования.

Пассивным способом терморегулирования поддерживается тепловой режим работы корректирующего двигателя, солнечных батарей, антенн и приборов, установленных снаружи станции. Это достигается подбором теплоизоляции, оптических коэффициентов покрытий и другими средствами.

Тепловой режим орбитального отсека и спускаемого аппарата поддерживается активной системой терморегулирования. Принцип действия этой системы состоит в том, что во всех отсеках станции создается принудительная циркуляция газа.

ПОЛЕТ К ВЕНЕРЕ

Станция «Венера-4» была запущена 12 июня 1967 г. Вначале аппарат вместе с последней ступенью ракеты-носителя был выведен на промежуточную орбиту искусственного спутника Земли. После полета по орбите

(ТАСС)