

Член-корреспондент АН СССР В. С. АВДУЕВСКИЙ, С. Л. ВИШНЕВЕЦКИЙ,
И. А. ГОЛОВ, Ю. Я. КАРШЕЙСКИЙ, А. Д. ЛАВРОВ, В. Я. ЛИХУШИН,
М. Я. МАРОВ, Д. А. МЕЛЬНИКОВ, В. Г. ПЕРМИНОВ, Н. И. ПОМОГИН,
Н. Н. ПРОНИНА, К. А. РАЗИН

СКОРОСТЬ ВЕТРА НА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ АНЕМОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ НА МЕЖПЛАНЕТНЫХ СТАНЦИЯХ «ВЕНЕРА-9» И «ВЕНЕРА-10»

Представлены результаты впервые осуществленного измерения скорости ветра на поверхности Венеры. Система измерения скорости ветра функционировала в составе спускаемых аппаратов (СА) автоматических межпланетных станций (АМС) «Венера-9» и «Венера-10» на заключительном участке спуска и во время работы на поверхности планеты 22 и 25 X 1975 г.

В проведенных ранее экспериментах на АМС «Венера-4» — «Венера-8» получена при помощи доплеровского метода информация о скорости ветра в атмосфере Венеры на участке парашютного спуска (¹, ²). Однако вопрос о наличии ветра и величине его скорости в непосредственной близости от

поверхности планеты (на высотах порядка единиц метров) оставался открытым. Ответ на него имеет важное значение в различных взаимосвязанных аспектах изучения Венеры. Сравнительно небольшое для земных условий отличие в скорости ветра (например, 1 или 3 м/сек) оказывается принципиальным для представления о структуре и степени эрозии поверхностных пород Венеры, динамике атмосферы и ее запыленности, устойчивости СА при посадке.

Система измерения скорости ветра, разработанная для АМС «Венера-9» и «Венера-10» (прибор ИСВ), включала чашечные анемометры, установленные над тормозным щитком СА на высоте

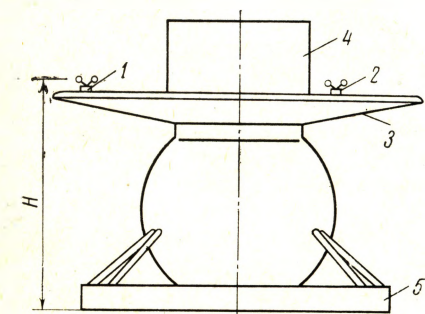


Рис. 1. Схема установки анемометров на спускаемом аппарате: 1, 2 — датчики, 3 — тормозной щиток, 4 — цилиндр, 5 — посадочная шина

$H \approx 1,3$ м от основания посадочной шины (рис. 1). Анемометры поочередно подключались к электронному частотомеру, выходное напряжение которого передавалось по одному из каналов телеметрии. Система рассчитана на измерение модуля скорости ветра независимо от его направления. Прибор не имел теплозащитного покрытия, работал при температуре $t \approx 500^\circ \text{C}$, давления $p \approx 100$ атм после воздействия ударных перегрузок до 400 g.

Выбор рациональной компоновки анемометров на СА в условиях жестких весовых габаритных и функциональных ограничений и тарировка прибора потребовали проведения комплекса аэрогазодинамических разработок и исследований. Тарировочная зависимость выходного напряжения прибора от скорости ветра получена с учетом влияния натурных параметров на поверхности Венеры и геометрии СА в условиях кругового обдува. Газодинамические исследования и теплопрочностные испытания изолированного прибора (без СА) проводили с воспроизведением натурных значений числа Рейнольдса, плотности, температуры и скорости. Была установлена авто-

модельность течения в широком диапазоне изменения числа Рейнольдса и сравнительно небольшое (по абсолютной величине скорости) влияние плотности газа на тарировочную зависимость при переходе от земных к венерианским условиям. Погрешность изолированного прибора при $V = 0,5-1$ м/сек находится в пределах $\pm 0,2$ м/сек, порог чувствительности — ниже 0,1 м/сек.

Влияние СА на работу прибора изучали в аэродинамической трубе в равномерном потоке ⁽³⁾ и на метеоплощадке при логарифмическом про-

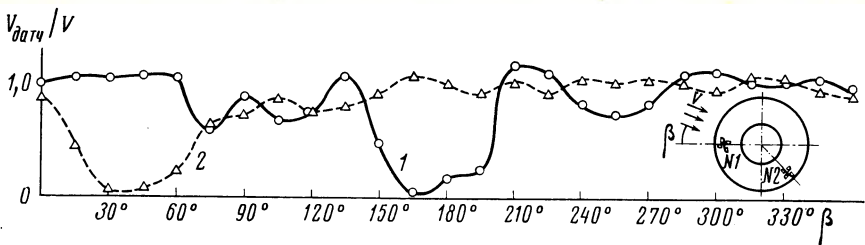


Рис. 2. Влияние СА и направления ветра на показания датчиков №№ 1 и 2 прибора. $Re_{L=1m} = 1,4 \cdot 10^6$, $\alpha = 0$

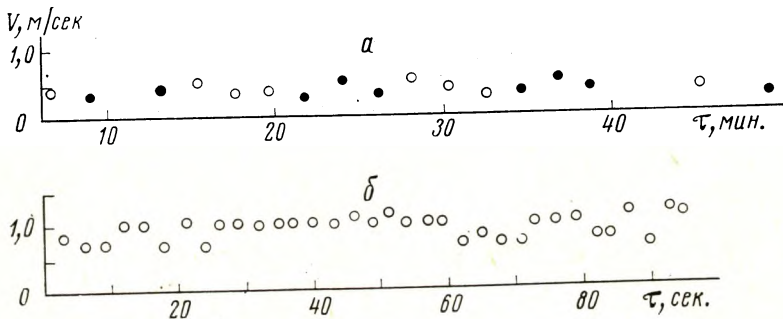


Рис. 3. Измеренные значения скорости в месте посадки АМС. а — «Венера-9» (○ — датчик № 1, ● — датчик № 2) и б — «Венера-10»

филе скорости естественного земного ветра ⁽⁴⁾. Была достигнута работоспособность прибора в сложных условиях поперечного обтекания СА необычной конфигурации при небольшой (~5 см) высоте подъема анемометров над тормозным щитком (рис. 1). Для уменьшения влияния СА использовали «окна» на тормозном щитке и установку двух датчиков с экспериментально выбранной величиной их углового смещения, равной 135°. Большое из показаний двух датчиков близко к скорости ветра при его произвольном направлении (рис. 2). Степень влияния СА на показания прибора при натурных числах Рейнольдса и углах отклонения оси аппарата от нормали к поверхности планеты $\alpha < 10^\circ$ не превышает $\pm 20\%$, а с вероятностью выше 0,9 — не более $\pm 20\%$ от измеряемой величины. При работе в тех же условиях только одного датчика вероятность его попадания в зону аэродинамического затенения, где возможно занижение скорости ветра более чем на 40% (рис. 2), не превышает 0,2.

В эксперименте на АМС «Венера-9» скорость ветра на поверхности Венеры измерялась в течение 49 мин. Опросы прибора телеметрией производили с частотой 0,4 гц в течение 16-секундных интервалов, которые следовали с периодом 2 мин. 08 сек. На рис. 3а приведены средние значения местной скорости, измеренной датчиками прибора. Осреднение производилось по шести точкам за 16 сек. Полученные значения скорости ветра за время функционирования станции на поверхности планеты оказались несильно меняющимися относительно средней величины, составляющей в пределах точности эксперимента 0,5 м/сек. Она характеризует местную

скорость ветра в районе посадки АМС «Венера-9» в условиях ландшафта с развалом камней.

В эксперименте на АМС «Венера-10» достоверная информация получена в течение первых 90 сек. после посадки, когда в соответствии с программой телеизмерений передавались показания одного из датчиков с частотой опроса 0,4 гц. Стабильность и уровень показаний (рис. 3б) позволяют характеризовать скорость ветра при помощи одного датчика. Среднее значение скорости ветра в месте посадки СА «Венера-10» составляет $V \approx 1$ м/сек, вариации относительно этой величины также невелики. Сглаженная поверхность района посадки способствует уменьшению зависимости скорости ветра от рельефа местности, а также уменьшению возможного влияния на данные измерений положения аппарата на поверхности.

Таким образом, в районах, отстоящих один от другого почти на 2000 км, получены близкие результаты. На высоте около 1 м над поверхностью Венеры обнаружен ветер со скоростью, составляющей 0,5–1 м/сек.

Поступило
5 IV 1976

ЛИТЕРАТУРА

¹ Н. И. Бурангулов, С. С. Зилитинкевич и др., Динамика атмосферы Венеры, Л., «Наука», 1974. ² А. Д. Кузьмин, М. Я. Маров, Физика планеты Венеры, М., «Наука», 1974. ³ С. М. Горлин, Тр. Ин-та механики МГУ, № 14, 1971. ⁴ Т. А. Курпакова, Л. Р. Орленко, Тр. Главной геофизической обсерватории, в. 257, 1970, стр. 64.