

УДК 629.733.33

**В.Н. СБОЙЧАКОВ***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “ХАИ”, Украина*

### ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АЭРОСТАТИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ПОВЕРХНОСТИ МАРСА

*Приведены результаты численного исследования возможности использования аэростатического летательного аппарата (АЛА) в качестве носителя научно-исследовательской аппаратуры при изучении поверхности планеты Марс. Рассматривается полезная нагрузка АЛА (научно-исследовательская аппаратура) массой 5, 15, 25 и 50 кг. Представлены потребный для ее поддержания в атмосфере Марса габарит оболочки АЛА и масса АЛА в функции массы полезной нагрузки. Рассматриваются величины избыточного давления в транспортном баллоне для доставки водорода на Марс: 0, 10, 50, 100, 150 и 200 атмосфер. Представлены величины объема, габаритов, допустимой толщины стенки баллона и его массы в функции массы полезной нагрузки и избыточного давления в транспортном баллоне.*

**Ключевые слова:** аэростатический летательный аппарат, полезная нагрузка, оболочка, баллон, масса, габарит.

Вопрос исследования планеты Марс включает исследование и его поверхности, как географического, так и минералогического характера. Для проведения этих исследований необходим аппарат, в состав которого помимо самих приборов входил бы и транспортер-носитель этих приборов. Помимо обеспечения работы приборов на Марсе необходимо обеспечить доставку приборов, аппарата – носителя и сопутствующего оборудования с Земли на Марс. Все это представляет сложную научно-техническую проблему и требует оптимизации массовых и энергетических затрат. Последние, в конце концов, тоже сводятся к массовым затратам.

Для решения подобной задачи при исследовании Луны были использованы самоходные транспортеры-тележки, т.к. на Луне отсутствует атмосфера. При исследовании Венеры рассматривалась возможность применения для этих целей летательных аппаратов, причем высказывалось мнение, что использование аэростата является в энергетическом плане наиболее приемлемым [1].

Для предварительной оценки возможности использования аэростатического летательного аппарата (АЛА) в качестве носителя научных приборов при исследовании поверхности Марса рассмотрим зависимости: массы АЛА, а также массы всего комплекта грузов, связанных с АЛА, в функции массы полезной нагрузки (ПН) (массы научно-исследовательских приборов). Для сравнения с другими вариантами аппарата-носителя необходим критерий оценки конструкции. Обычно рассматривается отношение массы ПН аппарата к его взлетной массе и

называется оно относительной массой ПН. В нашем случае известной величиной является масса ПН. Перевернем это отношение и назовем его коэффициентом затраты масс. Так как аппарат-носитель необходимо транспортировать с Земли на Марс, то для выбора его оптимального варианта необходимо иметь не только величину отношения полетной массы аппарата на Марсе к массе полезной нагрузки, но также и отношение массы всего комплекта отправляемого с Земли, к массе ПН АЛА.

В составе АЛА рассматриваются:

- сферическая оболочка;
- веревочная сеть, её охватывающая, совместно с тросом;
- необходимый объем водорода;
- блок приборов.

В составе комплекта доставки рассматриваются:

- АЛА;
- ёмкость для транспортировки водорода на Марс.

Исходя из поставленной задачи, необходимо определить:

- потребный (для поддержания в атмосфере Марса полезной массы заданной величины) габарит АЛА;
- массу АЛА;
- потребный габарит транспортного баллона для водорода;
- массу транспортного баллона;
- массу комплекта, который транспортируется на Марс;
- коэффициенты затраты массы для АЛА и для всего комплекта.

Результаты расчетов приведены на графиках рис. 1 – 5. Габарит оболочки (рис. 1, а) изменяется от  $D = 8,089$  м при  $M_{ПН} = 5$  кг до  $D=17,213$  м при  $M_{ПН} = 50$  кг, т. е. увеличение полезной массы в 10 раз вызывает увеличение габарита оболочки АЛА в 2,1 раза.

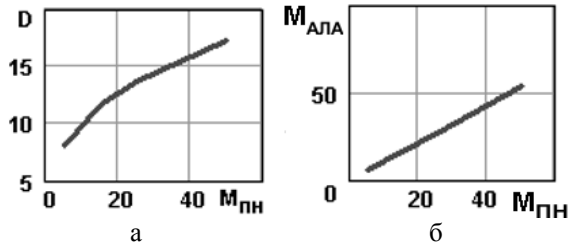


Рис. 1. Габарит (а) и масса (б) АЛА в функции величины полезной нагрузки

Масса АЛА при этом (рис. 1, б) меняется от  $M_{ПН} = 5,542$  кг до  $M_{ПН} = 53,404$  кг, т. е. в 9,6 раза. Это почти пропорционально увеличению полезной массы, хотя несколько и отстает от него.

Определение потребного габарита транспортного баллона, допускаемой толщины стенки баллона, его массы и массы комплекта грузов, а также коэффициента затраты массы проводилось для давления при закачке водорода величиной: 0, 10, 50, 100, 150, 200 атм (на рис. 2, 3, 5 они обозначены индексами 0...5 соответственно). Видно (рис. 2, а), что наибольший габарит  $r_{бал}$  транспортного баллона требуется при закачке в него водорода при атмосферно давлении (без обеспечения избыточного давления в нем) для любой величины полезной нагрузки.

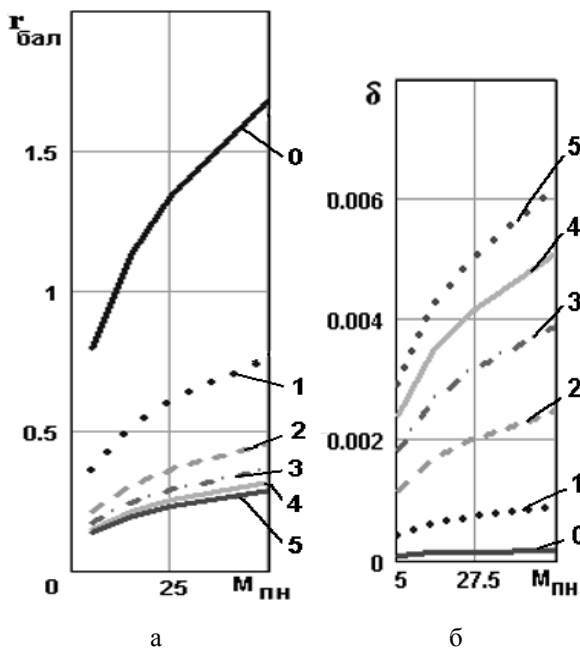


Рис. 2. Радиус (а) и допускаемая толщина стенки (б) транспортного баллона

Материалом баллона принята сталь. Допускаемая толщина стенки баллона и его масса рассчитывались с учетом давления атмосферы Марса. Каждый график на рис. 2, б представляет изменение толщины  $\delta$  стенки баллона при постоянном избыточном давлении в баллоне в функции полезной массы.

Изменение массы баллона (рис. 3, а) тоже изображено в функции изменения массы полезной нагрузки при постоянном избыточном давлении для всех величин массы ПН. Видно, что все графики почти слились в одну линию. Это означает, что существенным при оптимизации баллона является не избыточное давление в нем, а габарит.

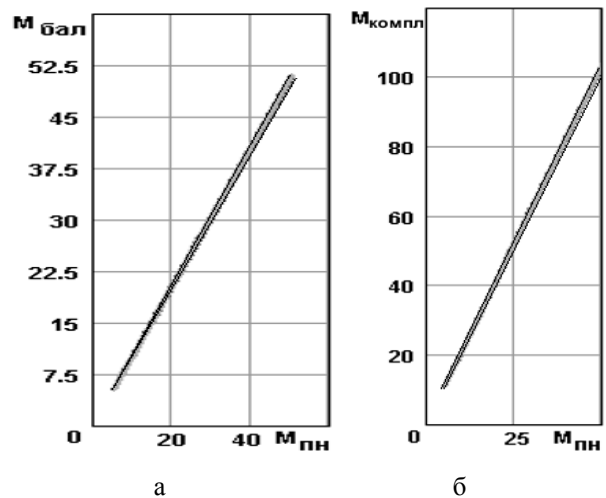


Рис. 3. Масса транспортного баллона (а, при всех давлениях практически одинакова) и масса транспортируемого комплекта (б)

Для транспортируемого комплекта грузов прослеживается аналогичная зависимость (рис. 3, б). Масса транспортируемого на Марс комплекта грузов  $M_{компл}$  прямо зависит от величины ПН, а не от используемого избыточного давления в транспортном баллоне, что вполне естественно.

Зависимость относительной массы ПН АЛА  $m_{АЛА}$  и коэффициент затраты массы АЛА  $k_{АЛА}$  от величины массы ПН АЛА представлены на рис. 4. Коэффициент затраты массы показывает во сколько раз масса АЛА больше массы транспортируемого груза (ПН).

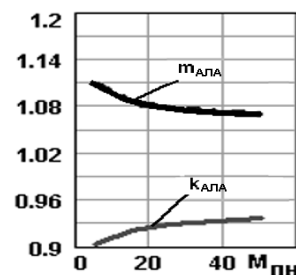


Рис. 4. Относительная масса ПН и коэффициент затраты массы АЛА

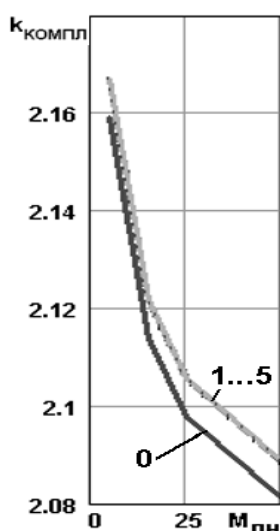


Рис. 5. Коэффициент затраты массы комплекта грузов

Видно, что с ростом массы ПН ее относительная величина растет, а коэффициент затраты массы падает.

Коэффициент затраты массы комплекта грузов (рис. 5) падает с ростом массы ПН. Все графики почти слились в одну линию. Исключение составляет график с баллоном без избыточного давления, идущий ниже остальных. Тем не менее, это различие не превышает 0,5%.

### Выводы

С ростом массы ПН ее относительная масса растет, что делает АЛА оптимальным по массе.

Закачка водорода в транспортный баллон под давлением массу комплекта грузов почти не снижает, зато снижает габарит баллона.

Более точная оценка параметров АЛА возможна после соответствующей проработки конструкции.

### Литература

1. *Аэростаты в атмосфере Венеры* / П.С. Кремнев, В.П. Карягин, В.В. Балыбердин, А.А. Клевцов. – К.: Наук. думка, 1985. – 136 с.

Поступила в редакцию 7.09.2009

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф., зав. каф. В.Е. Гайдачук, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Укрямна.

## ПОПЕРЕДНЯ ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ АЕРОСТАТИЧНОГО АПАРАТА ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ПОВЕРХНІ МАРСА

*В.М. Сбойчаков*

Приведені результати чисельного дослідження можливості використання аеростатичного літального апарату (АЛА) в якості носія науково-дослідного приладдя при вивченні поверхні планети Марс. Розглядається корисне навантаження АЛА (науково-дослідне приладдя) масою 5, 15, 25 та 50 кг. Представлені: потрібний для його підтримки в атмосфері Марсу габарит оболонки АЛА та маса АЛА в функції маси корисного навантаження. Розглядаються величини надмірного тиску в транспортному балоні для доставки водню на Марс: 0, 10, 50, 100, 150, 200 атмосфер. Представлені величини об'єму, габаритів, допустимої товщини стінки балона та його маси в функції корисного навантаження та надмірного тиску в транспортному балоні.

**Ключові слова:** аеростатичний літальний апарат, корисне навантаження, оболонка, балон, маса, габарит.

## TENTATIVE ESTIMATION OF THE OPPORTUNITY OF USE OF THE AEROSTATIC DEVICE AT RESEARCH

*V.N. Sboychakov*

Results of numerical research of an opportunity of use of the aerostatic flying device (AFD) as the carrier of the research equipment at studying a surface of a planet Mars are resulted. Useful loading (the research equipment) is considered weight 5, 15, 25 and 50 kg. Are submitted required for its maintenance in an atmosphere of Mars a dimension of a cover of AFD also a weight of AFD in function of weight of useful loading. Sizes of superfluous pressure in a transport balloon for delivery of hydrogen to Mars are considered: 0, 10, 50, 100, 150 and 200 atmospheres. Sizes of volume, the dimensions, allowable thickness of a wall of a balloon and his weight in function of weight of useful loading and superfluous pressure in a transport balloon are submitted.

**Key words:** the aerostatic flying device, a useful loading, a cover, a balloon, a weight, a dimension.

**Сбойчаков Виталий Николаевич** – научный сотрудник НИЛ ОСКБ, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского “Харьковский авиационный институт”, Харьков, Украина.