

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.

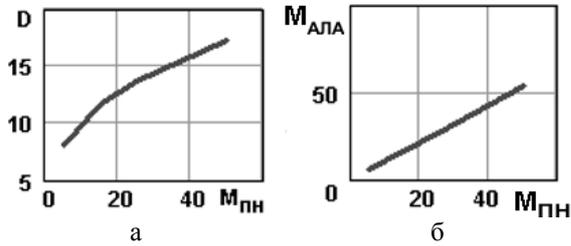


Рис. 1. Габарит (а) и масса (б) АЛА в функции величины полезной нагрузки

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.

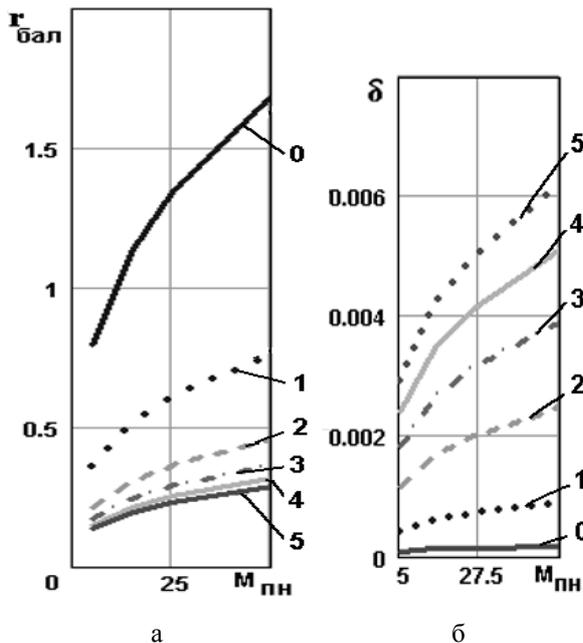


Рис. 2. Радиус (а) и допускаемая толщина стенки (б) транспортного баллона

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 δ 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.

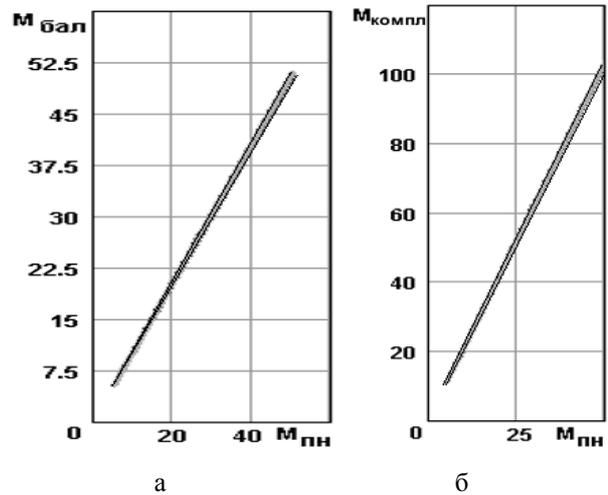


Рис. 3. Масса транспортного баллона (а, при всех давлениях практически одинакова) и масса транспортируемого комплекта (б)

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).

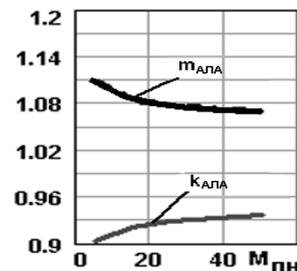


Рис. 4. Относительная масса ПН и коэффициент затраты массы АЛА

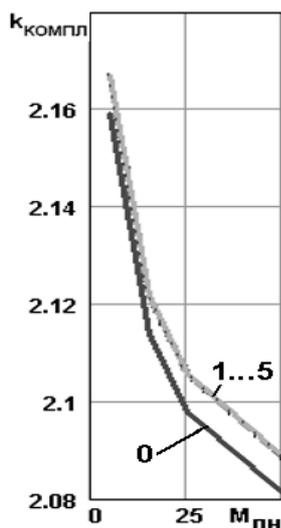


Рис. 5. Коэффициент затраты массы комплекта грузов

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.