

## СТЕНД ДЛЯ ПРОВЕРКИ МЕХАНИЗМОВ РАСКРЫТИЯ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ

© С. М. Онищенко

Державне підприємство «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод ім. А. М. Макарова»

Відкидні елементи розкриваються і займають робоче положення в космічному просторі за допомогою спеціальних приводів. Перевірка даних приводів на функціонування протягом декількох десятиліть здійснювалася за допомогою спеціальних обезважуючих пристроїв, що імітують невагомість. Але при цьому механізми розкриття відкидних елементів піддавалися навантаженням, що перевищують штатні, що змушувало створювати більш потужні і важкі приводи. Створення великогабаритного семи тонного апарата «Океан», що має складну триланкову багатопанельну конструкцію сонячних батарей, змусило створити принципово нову систему обезважування, що має опори з аеростатичними модулями, що створюють «повітряну подушку» між модулем і опорною поверхнею. Створення такої системи дає можливість розробникам електроприводів розглядати питання про зменшення їхньої потужності і, відповідно, про зменшення ваги як приводів, так і космічного апарата.

Все существующие искусственные спутники Земли имеют откидные элементы — это панели СБ, спецпанели, штанги АФУ и др. При выведении спутника на орбиту откидные элементы находятся в сложенном состоянии. Затем в космическом пространстве с помощью специальных приводов они раскрываются и занимают рабочее положение. Привод выбирается конструкторами наименьшей массы и достаточной мощности для надежного раскрытия в космосе.

Надежный и качественный контроль функционирования механизмов раскрытия откидных элементов является одним из важных вопросов при производстве космических аппаратов. Этот контроль проводится во время сборки, регулировки, настройки и контрольных испытаний спутника. Учитывая, что механизмы раскрытия эксплуатируются в условиях невесомости, то во время контрольных проверок необходимо в приближенном виде имитировать эти условия. Но довольно проблематично это сделать в производственных условиях.

В течение нескольких десятилетий это осуществлялось с помощью специальных обезвешивающих устройств, самоотслеживающих траектории раскрытия откидных элементов. Но при этом в процессе движения откидного элемента по траектории раскрытия изменяется потребность веса обезвешивающего груза, который невозможно корректировать. Поэтому механизм подвергался нагрузкам, превышающим штатные, что вынуждало создавать более мощные и тяжелые приводы.

Создание крупногабаритного семитонного аппарата «Океан», созданного ГКБ «Южное» и ГП «ПО Южный машиностроительный завод им. А. М. Макарова» совместно с российскими предприятиями и имеющего сложную трехзвенную многопанельную конструкцию СБ, заставило создать принципиально новую систему обезвешивания.

Перед началом проектирования технологической оснастки для раскрытия панелей СБ были рассмотрены следующие известные в технике способы имитации условий невесомости:

- 1 — внутренний объем самолета, «падающего» с ускорением, равным ускорению земного тяготения;
- 2 — водная гладь бассейна с системой поплавок-вых устройств;
- 3 — ледовый плац с системой «коньковых» опор;
- 4 — объем замкнутого помещения, в котором нет конвективных перемещений воздуха, с системой надувных элементов, заполненных гелием;
- 5 — плоский пол с системой опор на аэростатических модулях, создающих «воздушную подушку» между модулем и полом.

Все перечисленные методы в большей или меньшей степени объективности способны решить проблему контроля функционирования механизмов раскрытия, однако наиболее приемлемым из них мы считаем последний, пятый. В основу выбора легли такие критерии, как: объективность контроля, технические возможности, экономическая целесообразность, имеющийся производственный опыт использования «воздушной подушки» (в транспортных операциях).

При этом штатные электроприводы механизмов

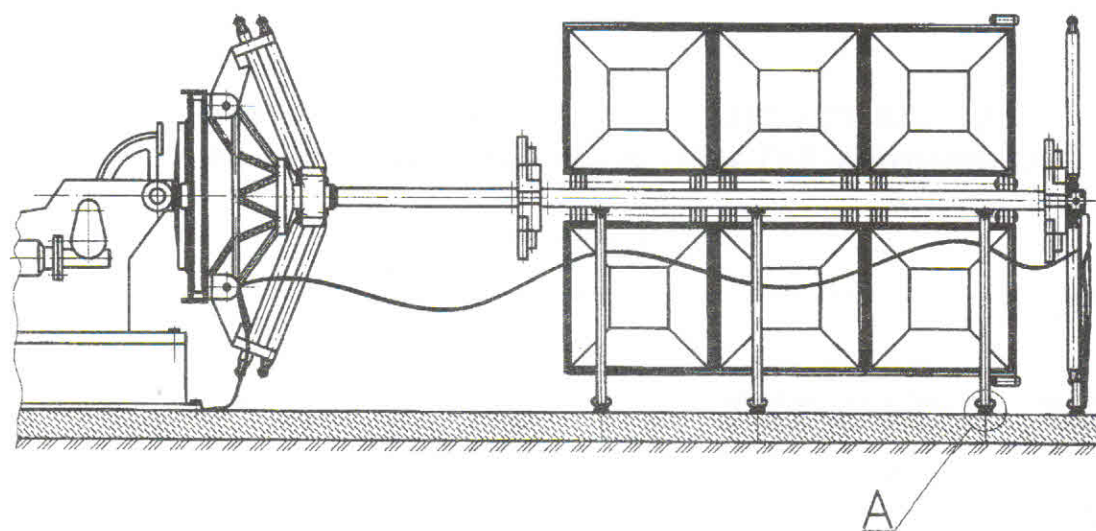


Рис. 1. Стенд для проверки на функционирование механизмов раскрытия солнечных батарей

раскрытия в минимальной степени преодолевают технологические потери на трение, отсутствующие в космосе.

На основе принципиальных решений по конструкции был спроектирован стенд для проверки механизмов раскрытия солнечных батарей на функционирование, который позволил провести проверку впервые автономно от спутника. Данный стенд обеспечивает максимально приближенные, учитывая возможности современной техники, условия невесомости.

На рис. 1 представлена конструкция спроектированного стенда. Звенья СБ прикреплены на специальной ферме, которая установлена на манипулятор. Под двумя крайними звеньями установлено по две опоры с аэростатическими модулями. Подача воздуха в модули осуществляется от общего трубопровода, закрепленного также и на звеньях панелей.

В выбранном варианте обезвешивания панелей для создания «воздушной подушки» были рассмотрены частные случаи использования модулей различных размеров и грузоподъемности. В результате анализа различных факторов были выбраны опоры с малыми модулями и необходимой грузоподъемности, так как большие модули имеют большую массу и соответственно — большую инерционность, что ведет к неоправданно завышенным нагрузкам на штатный электропривод и механизмы зачеховки. Малые модули выгодны также с точки зрения надежности при раскрытии панелей, экономии в изготовлении и эксплуатации.

Использование модулей выдвигает высокие требования к опорной поверхности по плоскости и горизонтальности. Эти требования обусловлены необходимостью наличия стабильного зазора между модулем и опорной поверхностью.

Были рассмотрены различные варианты опорных поверхностей: металлический регулируемый, цементный с мраморной крошкой, цементный с покрытием пол. Как более экономически выгодный, был выбран цементный пол с мраморной крошкой, полированный с учетом необходимых требований к опорной поверхности.

Конструктивно модуль состоит из корпуса, диафрагмы, проставки и мембраны. Металлическая диафрагма и резиновая мембрана имеют отверстия и разъединены между собой резиновой проставкой в виде кольца. Верхняя часть корпуса соединена через шаровую опору с пружинным демпфирующим устройством, настраиваемым на необходимую нагрузку. Демпфирующее устройство предназначено для компенсации неровностей опорной поверхности, так как экономически нецелесообразно и технически сложно обеспечить идеальную поверхность на площади порядка 60 м<sup>2</sup>.

Рассмотрим последовательность работы на стенде. При подаче в трубопровод давления все опоры со звеньями СБ поднимаются на 2-3 мм над опорной поверхностью. После этого подается команда на элементы зачеховки и разрываются связи между звеньями панелей. Затем включается механизм поворота звеньев и они с помощью штатных приво-

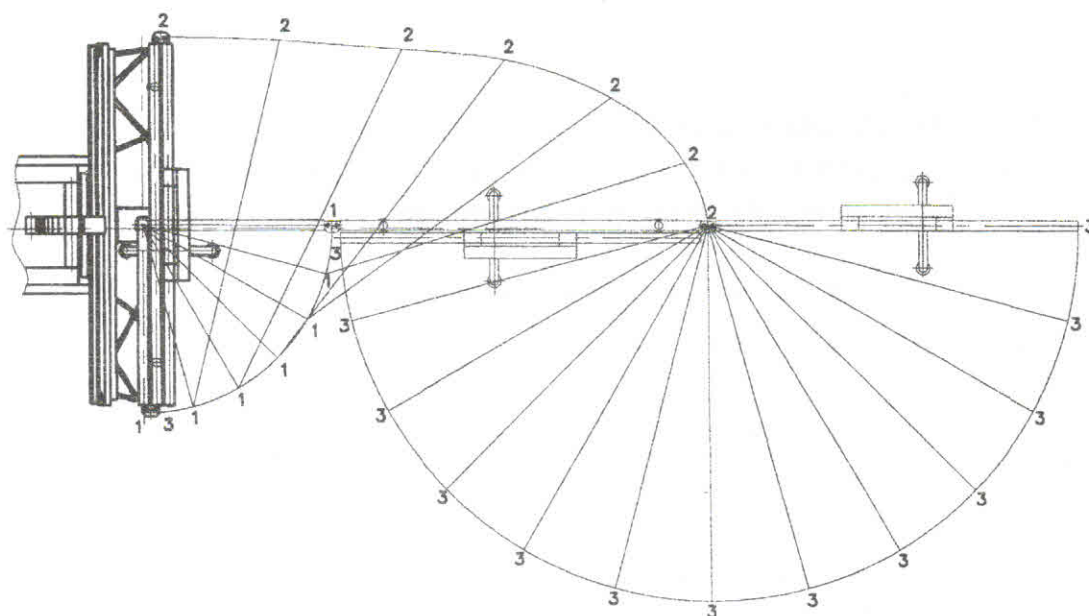


Рис. 2. Траектории перемещения звеньев панелей

дов перемещаются по определенной траектории и занимают рабочее положение. Траектории перемещения звеньев, закрепленных на опорах с аэростатическими модулями, показаны на рис. 2. Вначале открывается первое звено СБ, затем второе и — третье. В раскрытом положении три звена имеют в сумме длину более 10 м.

Создание такого стенда дает возможность разработчикам электроприводов рассматривать вопросы об уменьшении их мощности и, соответственно, об уменьшении веса как приводов, так и космического аппарата.

1. Приложение к журналу *Авиационная промышленность*. — М.: Машиностроение, 1979.—№ 1.
2. Вимер А., Леман Р., Пих Р. Расчет опорных элементов скольжения на воздушной подушке для небольшой скорости скольжения // *Файнгеретехник*.—1963.—№ 9.

#### STAND FOR THE CHECK UP ON THE OPERATION OF OPENING MECHANISMS OF SOLAR BATTERIES

*S. M. Onishchenko*

Collapsible elements are opened and take working position in space by means of special drives. The check of the drives upon operation was performed by special removing weight devices simulating weightlessness. But in that case mechanisms of the deployment of the collapsible elements were subjected to loads exceeding nominal ones. This generated a need for producing high-powerer and heavier drives. The creation of the bulky seven-ton vehicle «Ocean» having the complex trimeric multipanel configuration of solar batteries caused producing a radically new removing weight system. This system has bearers with aerostatic modules creating an «air cushion» between a module and the area of bearing. The creation of such a system enables designers of electric drives to consider problems on the decrease of their power and accordingly on the decrease of the weight both of drives and of a space vehicle.