

## **Работа оптимизированной никель-водородной аккумуляторной батареи космического аппарата**

С.Г. Ляшенко

Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М.Ф. Решетнева, Россия, Красноярск

*Нахождение оптимального способа обеспечения теплового режима никель-водородной аккумуляторной батареи системы электропитания космического аппарата негерметичного исполнения.*

В связи с увеличением срока активного существования (САС) телекоммуникационных космических аппаратов (КА) до 15 лет к системам электроснабжения (СЭС) космических аппаратов предъявляются повышенные требования.

Для повышения энергетических и ресурсных характеристик никель-водородной аккумуляторной батареи (НВАБ) необходимо создание системы термостабилизации, которая будет обеспечивать оптимальную температуру на уровне  $+15 \pm 3^\circ\text{C}$ , а также минимальный градиент температуры как по конструкции АБ в целом, так и каждого отдельно взятого аккумулятора.

В настоящее время ОАО ИСС реализует различные схемы терморегулирования АБ, от конвекторного газового охлаждения и терморегулирования с помощью жидкостных коллекторов до непосредственного сброса тепла с корпуса АБ в космическое пространство путем лучистого теплообмена. Такие схемы позволяют обеспечивать рабочую температуру АБ в диапазоне  $0..40^\circ\text{C}$ , что значительно снижает ее КПД и срок службы.

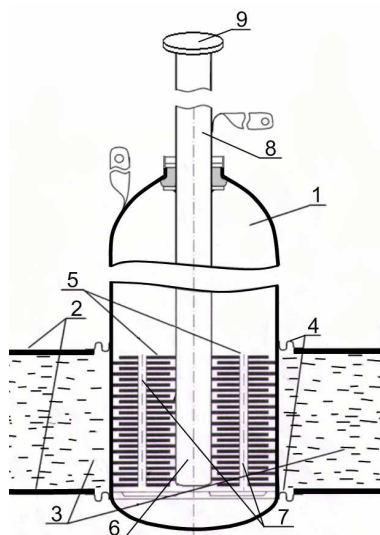


рис.1 - НВАБ

Задача решается конструктивным исполнением аккумулятора 1, в котором пластины электродного блока 5 выполнены в виде шайб с отверстиями 7, причем пластины одной полярности находятся в электрическом и тепловом контакте корпусом аккумулятора – исключается газовый зазор, а значит, перепад температуры на нем – диаметр центральных отверстий больше диаметра испарительного конца 6 тепловой трубы, диаметр которой равен диаметру центральных отверстий в электродных пластинах другой полярности для обеспечения теплового и электрического контакта. Корпус 8 тепловой трубы является одновременно борном, ее конденсаторный конец находится в тепловом контакте с радиационным теплообменником 9, рассчитанным на среднюю мощность тепловыделения отдельного аккумулятора (рис.1).

Если стабилизировать температуру корпуса такого аккумулятора близко к значению рабочей тепловой трубы – что устанавливается давлением в последней – мы получим самовыравнивающуюся АБ, которая не нуждается ни в каких следящих устройствах. Присоединенная масса тепловых труб и радиационного теплообменника полностью компенсируется уменьшением массы системы терморегулирования (СТР), часть которой раньше приходилась на АБ.

Стабилизировать температуру корпуса каждого аккумулятора и всей батареи в целом можно исполнением теплопроводящей плиты полый, состоящей из двух пластин 2 неэлектропроводного материала, пространство между которыми заполнено энергоемким веществом 3, изменяющим фазовое состояние при рабочей температуре испарительного конца тепловой трубы. Изменение объема энергоемкого вещества компенсируется мембранами 4.

Вещество	Плавление	
	t, 0С	$\Delta H$ , кДж/моль
Этилендиамин	8	19,3
Циклононан	9.7	19,3
Пентадекан	10	34,59
Тринитротолуол	15	13,7
Уксусная кислота	16,64	11,73
1,2,4-трихлорбензол	17,05	15,48

Известно несколько энергоемких неэлектропроводных органических веществ с температурами фазового перехода твердое-жидкое, имеющих по сравнению с водой большее значение теплоемкости.

В процессе циклирования (рис.2) на протяжении одного витка АБ работает следующим образом. В зависимости от текущей емкости и температуры мощность тепловыделения батареи меняется, поэтому ее можно представить как среднюю, которая отводится тепловой трубой и наложенную на среднюю переменную составляющую, рекуперирующуюся энергоемким веществом. Такое распределение принято с целью минимизации массы энергоемкого вещества. При заходе КА в тень Земли (положение №1 на рис.2) вся нагрузка обеспечивается электроэнергией от АБ, что приводит к увеличению ее мощности тепловыделения, а значит и повышению температуры. Включается тепловая труба, энергоемкое вещество начинает переходить из твердой фазы в жидкую. К концу тени почти все энергоемкое вещество находится в жидкой фазе. После выхода из тени (положение №2) начинает работать солнечная батарея, а нагрузка на АБ падает. Соответственно, падает мощность тепловыделения и температура, энергоемкое вещество начинает переходить в твердую фазу, работающая тепловая труба способствует этому.

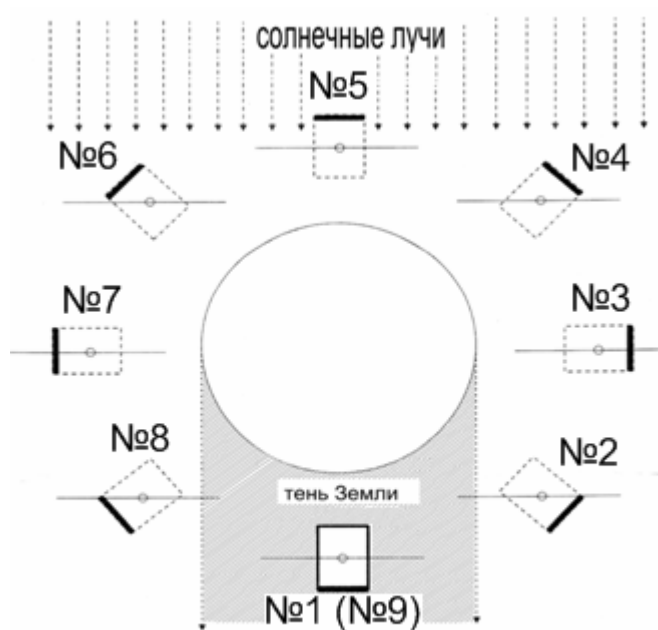


рис.2 - цикл КА

Заряд батареи начинается в положении №3 – тепловая труба продолжает работать, позволяя энергоемкому веществу переходить в твердое состояние далее. В положении №4-№6 КА поворачивается так, что радиационный теплообменник начинает облучаться Солнцем. Его температура и, соответственно, температура конденсаторных концов тепловых труб повышается и они автоматически отключаются в силу устройства тепловой трубы. Стабилизация температуры АБ продолжается за счет оставшегося в жидкой фазе энергоемкого вещества и продолжается до его полного перехода в твердую фазу (положение №7-№8). АБ к этому времени полностью заряжена и готова к прохождению КА следующей тени.

Данный способ позволяет существенно повысить эффективность СТР, а также, за счет отсутствия сложной легко выходящей из строя электроники и датчиков существенно повышает надежность СЭС КА в целом. Подана заявка на изобретение № 2008150891 от 22.12.2008.

## Список литературы

А.Б. Базилевский, М.В. Лукьяненко, С.Г. Ляшенко. Заявка на изобретение №208150891 от 22.12.2008.

# **Optimized nickel-hydrogen storage battery working in a space vehicle**

Lyashenko S.G.

Siberian State Aerospace University named  
after Academician M. F. Reshetnev,  
Russia, Krasnoyarsk

*Searched is an optimal way to provide thermal rate for the nickel-hydrogen storage battery in the power supply system of an unpressurized space vehicle.*

Keywords: accumulator, thermal mode, space.