

Автоматизация испытаний аккумуляторных химических батарей

Сергей Губин, Виталий Меркушев, Игорь Туркин, Нестор Чернышев

В статье рассказывается об опыте создания автоматизированной экспериментальной установки для проведения испытаний химических батарей систем электроснабжения космических аппаратов.

Введение

Питание бортовой аппаратуры космического аппарата (КА), а также сеансы связи в течение орбитального полета по околоземной траектории обеспечиваются совместной работой химической (БХ) и солнечной (СБ) батарей. Процессы заряда/разряда, происходящие по несколько раз в сутки, постепенно приводят к ухудшению характеристик аккумуляторов БХ, что уменьшает срок активного существования всей системы электроснабжения КА и в итоге негативно сказывается на функциях, выполняемых спутником во время полета.

Для того чтобы этого избежать, проводят различные мероприятия, связанные, например, с усовершенствованием конструкции и технологии создания аккумуляторов. Однако без обеспечения достоверной диагностики состояния и правильной организации управления функционированием, в том числе при совместном взаимодействии СБ и БХ на борту, значительного увеличения ресурса и работы без сбоев ждать не приходится. Поэтому в данном направлении еще на этапе лабораторных исследований ведутся работы и многочисленные испытания с целью проверки различных способов восстановления параметров аккумуляторов, моделей их функционирования и т. п. с одновременным накоплением статистической информации для дальнейшей обработки и построения математических моделей.

В лаборатории автономных систем Харьковского авиационного института накоплен огромный опыт в данной области и, в частности, по созданию автоматизированных стендов для проведения подобного типа испытаний с химическими и солнечными батареями и их элементами. Ранее (лет 10 назад) эта задача решалась на основе ЭВМ СМ-1300 (PDP-11), средств связи КАМАК и традиционного в данном случае аппаратного обеспечения советского производства. Не вдаваясь в некоторые аспекты последующих этапов автоматизации стенда для проведения испытаний, можно сказать, что в последнее время с появлением современного оборудования для автоматизации на основе персонального компьютера назрела необходимость заменить морально и физически устаревшее оборудование.

Состав и характеристики испытательного стенда

Основные требования, предъявляемые к создаваемому стенду, были следующие:

- обеспечение высокой точности измерений;
- возможность работы в режиме быстрого преобразования;
- наличие достаточного количества измеряемых каналов;
- относительно короткий срок создания и пуска в действие.

Среди той массы различных плат ввода/вывода и другого «железа» для автоматизации, которое появилось в последнее время, выбор был сделан в пользу аппаратных и программных средств PCLab производства фирмы Advantech (Тайвань).

В данном случае объектом эксперимента являлась БХ, состоящая из 22 герметичных никель-кадмиевых аккумуляторов, соединенных последовательно. Наименование, количество и пределы измерений определяемых параметров химической батареи представлены в таблице 1.

Таблица 1. Состав измеряемых параметров

Наименование измеряемой величины	Пределы измерений	Количество
Напряжение аккумулятора	-1,6 В...1,8 В	22
Напряжение БХ, $U_{БХ}$	3...36В	2
Ток БХ, $I_{БХ}$	-75 мВ...75 мВ*	2
Ток нагрузки, $I_{нагр.}$	-75 мВ...75 мВ**	2
Ток имитатора СБ, $I_{СБ}$	-75 мВ...75 мВ**	2
Температура БХ и окружающей среды, $T_{БХ}$, $T_{ос}$	40...140 Ом***	4

*Для измерения тока использовался специальный блок шунтовых сопротивлений, подключаемый электрически параллельно цепи соединения аккумуляторов БХ. Зная значение сопротивления и измеряемое напряжение, затем программным образом рассчитывали значение тока.

**Значения других токов вычисляются аналогичным образом.

***Для измерения температуры использовались термосопротивления, отградуированные для пересчета в соответствующие значения температуры, которые получали расчетным способом.

Общая структурная схема автоматизированной экспериментальной установки сбора данных и управления представлена на рис. 1.

Управление испытаниями и регулирование процессами осуществляется с IBM PC/AT совместимого компьютера в офисном исполнении. Средства сбора данных и измерения PCLab, такие как платы ввода/вывода и усилителей-мультиплексов, монтируются на одной вертикальной панели, расположенной на боковой поверхности корпуса компьютера (рис. 2). Объект испытания, то есть химическая батарея, имитатор солнечной батареи (СБ), т. е. зарядное устройство (ЗУ), имитаторы нагрузки (на которые разряжается БХ) и коммутаторы, расположены в одной термокамере на некотором расстоянии (до 7 м) и объединены с компьютером кабелем.

Для определения значений напряжения каждого аккумулятора применяется быстродействующая плата аналогового ввода/вывода PCL-818. Для того чтобы иметь возможность коммутировать на один вход АЦП все измерительные каналы, использовались 2 платы усилителя мультиплексора PCLD-789, каждая из которых позволяет подключать до 16 сигнальных линий. Общий ток, напряжение и температура БХ измеряются цифровым вольтметром PCL-860, обеспечивающим в данном случае высокую точность измерения. Для увеличения числа каналов ввода вместе с ним использовалась плата релейного усилителя мультиплексора PCLD-788. При этом для измерения тока и температуры аккумуляторной батареи применяются

специально подобранные шунтовые сопротивления.

Управление техническими средствами осуществляется через дискретные выходы различных плат, а именно:

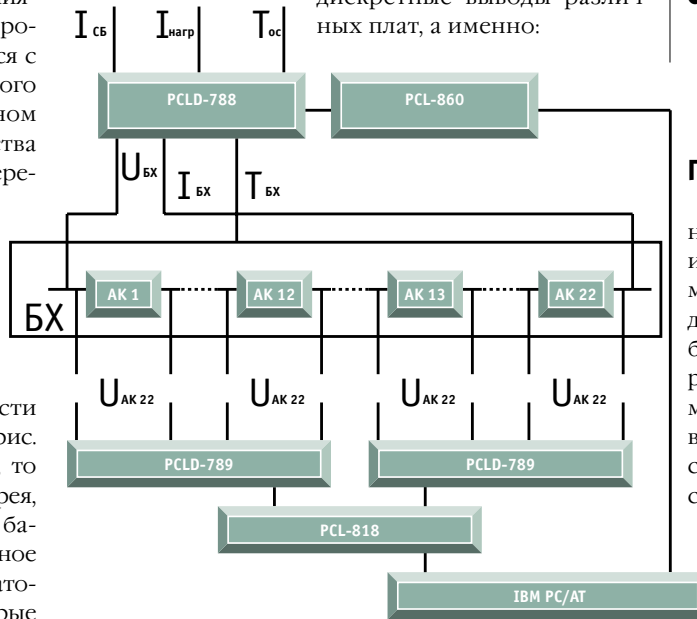


Рис. 1. Структурная схема установки для проведения испытаний



Рис. 2. Компьютер, на боковой стенке которого прикреплена плоскость с PCLab

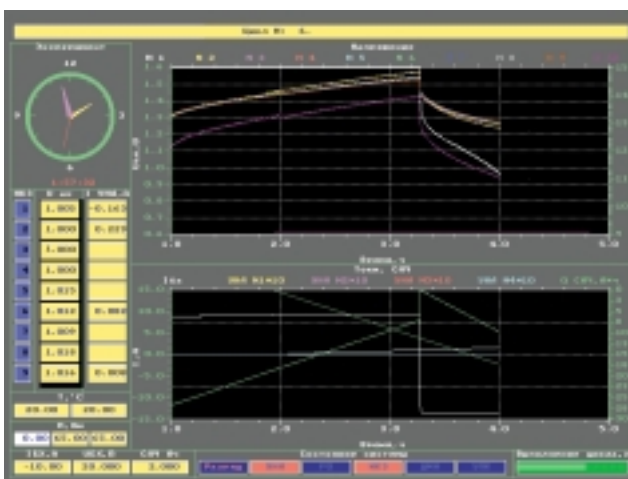


Рис. 3. Мониторинг хода испытаний химической батареи на экране персонального компьютера

- для управления имитаторами нагрузки — PCL-818;
- для управления коммутаторами — PCL-818 и PCL-860;
- для управления регуляторами мощности генераторов, термостата (в том случае, когда он применяется для охлаждения БХ) — плата дискретного ввода/вывода PCL-720.

Программное обеспечение

Программное обеспечение написано на языке Turbo Pascal 6.0 при активном использовании пакета реального времени PCLS-807-TP, предназначенного для программирования и работы с большинством плат ввода/вывода серии PCLab Card фирмы Advantech, возможности которого позволяют создавать интуитивно понятный интерфейс с оператором. Пакет имеет в том числе средства для отображения на экране различных трендов, показателей датчиков в цифровом виде или на циферблате, поддерживает масштабирование выводимых на экран графиков, что очень удобно. Экран работающей программы представлен на рис. 3.

Разработанное программное обеспечение позволяет

- задавать значения токов и количество циклов заряда/разряда;
- выводить все измеряемые параметры в режиме реального времени на экран в цифровом виде;
- выводить на экран напряжения каждого аккумулятора (при заряде/разряде соответственно) в виде графиков, что позволяет сразу делать вывод об их исправности;
- сохранять все измеренные параметры в файле-архиве;
- начинать прерванный заряд/разряд с точки останова, загружая в память компьютера сохраненный архив;
- отображать на экране время от начала текущего испытания и время от начала каждого заряда/разряда.

Заключение

Данный автоматизированный экспериментальный стенд эксплуатируется в течение более 1,5 лет. Опыт эксплуатации подтвердил правильность выбора базовых технических средств. В настоящее время стенд адаптирован для метрологических испытаний при проведении аттестации единичных солнечных элементов. ●