

СБОР ДАННЫХ

АНАЛИТИЧЕСКИЙ
ДОКЛАД

Построение температурного профиля с помощью системы сбора данных во время зарядки и разрядки аккумуляторов Методы сбора данных

Под действием токов зарядки и разрядки температура аккумуляторов повышается. В свою очередь, температура непосредственно влияет на заявленный срок службы и емкость аккумуляторов. Как правило, эффективная работа и паспортный срок службы аккумуляторов обеспечиваются при комнатной температуре. Однако под действием высоких и низких температур срок их службы значительно сокращается.

При экстремальных температурах аккумуляторы могут даже выйти из строя. Этот процесс обычно протекает в несколько этапов: утечка, задымление, возгорание и взрыв. Очень важно проводить интенсивные испытания в условиях неправильной эксплуатации, чтобы определить температуру, характерную для каждого из этих этапов. Зная эти значения температуры, мы можем оценить, насколько близко мы подошли к той черте, за которой возникнут проблемы, и принять меры по сохранению работоспособности устройства.

Эффективное задымление и возгорание аккумулятора обычно происходят из-за быстрой разрядки и значительного повышения температуры вследствие короткого замыкания. По этой причине новые аккумуляторы оснащаются дополнительной защитой от короткого замыкания внешних контактов, работающей по принципу предохранителя.

Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы пользуются большой популярностью, потому что при скромных габаритах они способны обеспечивать значительный запас энергии, а также могут быстро заряжаться и разряжаться. Литий-ионные аккумуляторные элементы поставляются в стандартных или специальных корпусах. Стандартные корпуса имеют цилиндрическую форму со стандартными значениями диаметра и длины. Специальные корпуса предназначены для установки в компактные устройства, например мобильные телефоны и планшеты.

Ниже приведены примеры конфигураций литий-ионных аккумуляторов:

- большинство мобильных устройств: 1 последовательная на 1 параллельную ячейку (1 посл. X 1 парал.);
- планшеты: 1 посл. X 2 парал., 1 посл. X 3 парал.;
- ноутбуки: 2 посл. X 2 парал., 2 посл. X 3 парал.;
- приводные электродвигатели, электроинструменты, осветительные приборы, электромобили, гибридные автомобили и т. п.: несколько последовательных на несколько параллельных ячеек.



Плоский многоэлементный литий-ионный аккумулятор для ноутбуков



Многоэлементный литий-ионный аккумулятор для электроинструментов



Стандартный литий-ионный элемент 18650, используемый в многоэлементных аккумуляторах. Выступ на конце темно-зеленого элемента обеспечивает дополнительную защиту от быстрой разрядки



Плоский одноэлементный литий-ионный аккумулятор для мобильных телефонов

Испытательная установка для построения температурного профиля при зарядке аккумулятора

Прибор 1: система сбора данных

Мониторинг и измерения показателей одновременно в нескольких точках необходимы для точного и эффективного определения температурных характеристик во время испытаний аккумуляторов для определения рабочих показателей. Для этого может использоваться система сбора данных (DAQ), такая как система сбора данных/коммутации Keysight DAQ970A с мультиплексорной платой общего назначения DAQM901A, которая позволяет измерять температуру, ток, напряжение и частоту. Вам также понадобится типовой датчик температуры на базе термопары типа J длиной не менее 60 см и пара кабелей для измерения напряжения литий-ионного аккумулятора.

На рис. 1 показана простая установка и схема соединений испытуемого устройства, ПК и источника питания.



Рис. 1. Построение температурного профиля литий-ионного аккумулятора при зарядке с помощью системы сбора данных/коммутации Keysight DAQ970A, источника питания постоянного тока E36312A и ПО BenchVue

Прибор 2: источник питания постоянного тока

В зависимости от зарядной характеристики литий-ионного аккумулятора вам понадобится источник питания постоянного тока с достаточным диапазоном значений напряжения и силы тока, чтобы зарядить испытуемое устройство, в данном случае аккумулятор. В нашей испытательной установке мы использовали программируемый источник питания постоянного тока Keysight E36312A, потому что он обеспечивает широкий диапазон тока и возможность регистрации значений от 1 мА.

В этой установке необходимо задать ограничение тока в диапазоне от половины до максимальной скорости зарядки (0,5–1 С). В качестве предела напряжения выберите приемлемое значение напряжения полного заряда аккумулятора. В процессе зарядки испытуемого аккумулятора после достижения установленного значения напряжения происходит автоматическое переключение из режима постоянной величины тока в режим постоянной величины напряжения. По мере заряда аккумулятора зарядный ток автоматически уменьшается. Когда зарядный ток уменьшится приблизительно до 3 % от полного тока зарядки, зарядка прекратится.

На рис. 2 показаны зарядные характеристики испытуемого литий-ионного аккумулятора.



Что такое скорость зарядки аккумулятора, обозначаемая символом С?

- С — это скорость зарядки (а также скорость разрядки). Она измеряется в Ач в час.
- С показывает, с какой скоростью аккумулятор заряжается/разряжается относительно своей максимальной емкости.
- Зарядка при 1 С элемента емкостью 14 Ач означает, что элемент заряжается током 14 А.

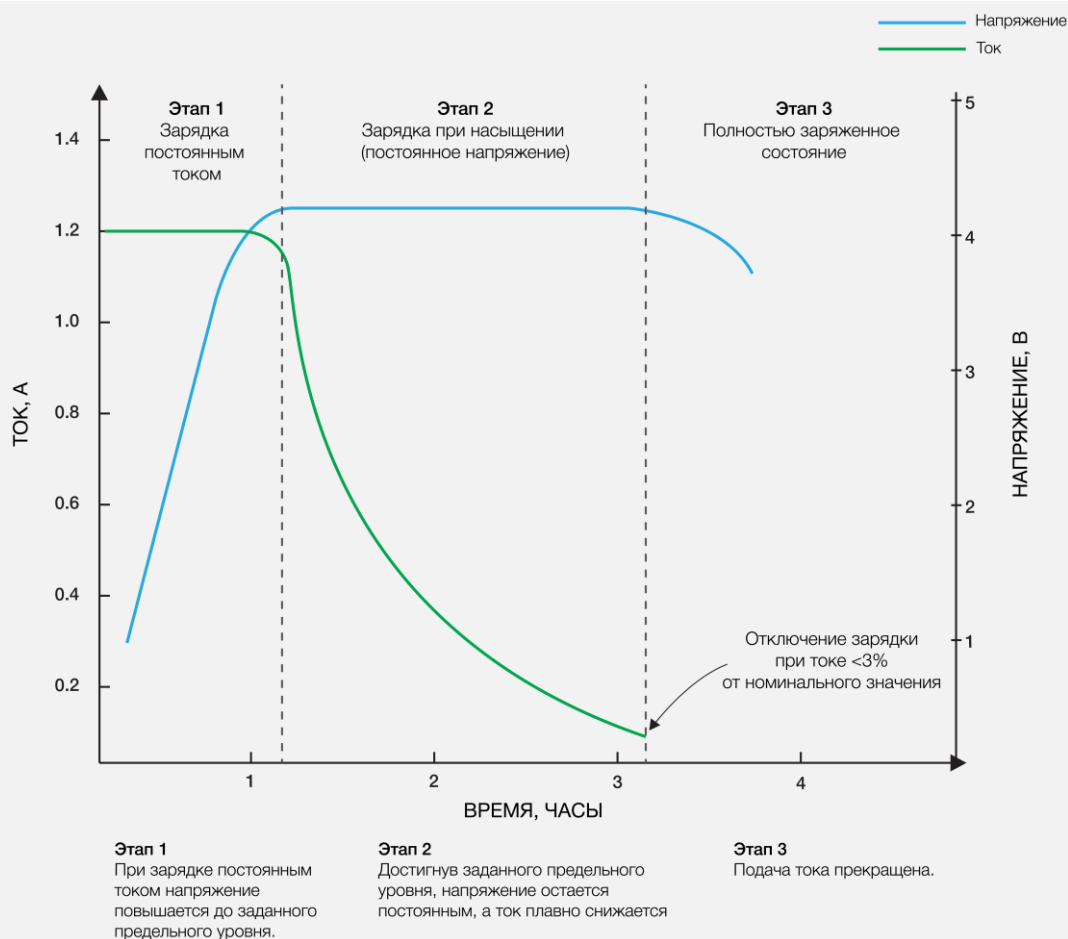


Рис. 2. Зарядные характеристики литий-ионного аккумулятора

Программное обеспечение для сбора и анализа данных

Вам может потребоваться одновременно наблюдать за результатами и регистрировать данные измерений в реальном времени для последующего анализа. Обычно это влечет за собой необходимость написания программы с нуля. Keysight упрощает эту задачу, предлагая специализированные приложения, например ПО Keysight BenchVue. В действительности программное обеспечение BenchVue не только упрощает сбор данных и визуализацию результатов измерений. Помимо простого управления множеством приборов при помощи мыши, ПО BenchVue также автоматически обнаруживает приборы, подключенные к вашему ПК, и запускает соответствующие измерительные приложения. С ПО BenchVue вам не нужно заниматься программированием, и вы можете легко создать собственные автоматизированные процедуры испытаний при помощи функции Test Flow.

Для построения температурных профилей при зарядке аккумуляторов вам понадобятся описанные далее измерительные приложения ПО BenchVue.

Приложение для управления системами сбора данных и анализа результатов измерений ПО BenchVue

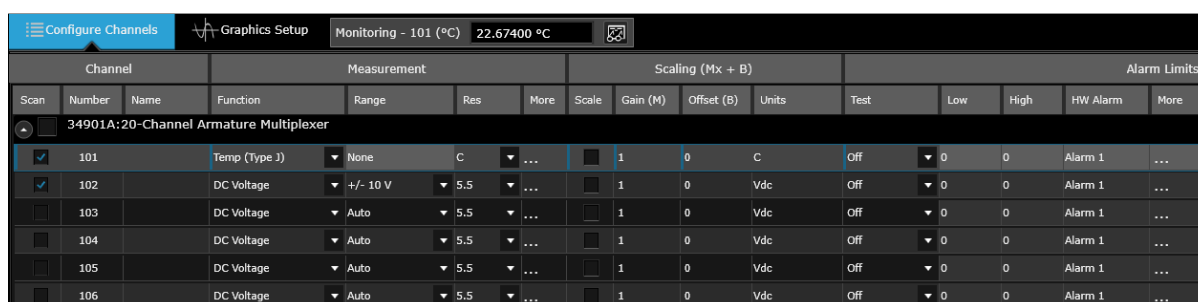
Для измерений температуры аккумулятора можно использовать приложение для управления системами сбора данных и анализа результатов измерений ПО BenchVue (BenchVue DAQ) вместе с термопарой типа J. Просто подключите термопару типа J к плате мультиплексора DAQM901A. В этом примере плата мультиплексора вставлена в слот 1, и используется измерительный канал 101. Откройте приложение для сбора данных BenchVue DAQ и настройте измерительный канал 101 для измерения температуры при помощи термопары типа J. При испытании одноэлементных аккумуляторов будет достаточно одной точки измерения температуры. В случае составного аккумулятора может потребоваться измерение температуры в нескольких точках.

Затем настройте другой канал для измерения напряжения постоянного тока на испытуемом аккумуляторе.

На рис. 3 показана настройка каналов в приложении BenchVue DAQ.

Приложение для управления источниками питания и автоматизации измерений ПО BenchVue

Приложение для управления источниками питания и автоматизации измерений ПО BenchVue может использоваться для установки максимального зарядного напряжения литий-ионного элемента, в данном случае 4,2 В, и предельного тока на уровне 1,2 А (приблизительно 0,5 С). На рис. 4 показана конфигурация каналов в приложении для управления источниками питания и автоматизации измерений ПО BenchVue.



Channel		Measurement				Scaling (Mx + B)				Alarm Limits					
Scan	Number	Name	Function	Range	Res	More	Scale	Gain (M)	Offset (B)	Units	Test	Low	High	HW Alarm	More
	34901A:20-Channel Armature Multiplexer														
<input checked="" type="checkbox"/>	101		Temp (Type J)	None	C	...		1	0	C	Off	0	0	Alarm 1	...
<input checked="" type="checkbox"/>	102		DC Voltage	+/- 10 V	5.5	...		1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	103		DC Voltage	Auto	5.5	...		1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	104		DC Voltage	Auto	5.5	...		1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	105		DC Voltage	Auto	5.5	...		1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...
<input type="checkbox"/>	106		DC Voltage	Auto	5.5	...		1	0	Vdc	Off	0	0	Alarm 1	...

Рис. 3. Настройка каналов в приложении для управления системами сбора данных и анализа результатов измерений ПО BenchVue



Рис. 4. Настройка каналов в приложении для управления источниками питания и автоматизации измерений ПО BenchVue

Испытательная установка для построения температурного профиля при разрядке аккумулятора

Прибор 1: система сбора данных

Как и в установке для зарядки аккумулятора, при разрядке мы также рекомендуем использовать систему сбора данных. В этом примере мы используем ту же систему сбора данных/коммутации Keysight DAQ970A с мультиплексорной платой общего назначения DAQM901A, термодатчики типа J и кабели для подключения к аккумулятору.

На рис. 5 показана простая установка и схема соединений испытуемого устройства, ПК и электронной нагрузки.

Прибор 2: электронная нагрузка постоянного тока

Электронная нагрузка предназначена для разрядки испытуемого аккумулятора и имитирует реальные приборы, которые могут потреблять энергию аккумулятора. Задайте режим постоянного тока на уровне 0,5 C (половина полной скорости зарядки в час).

Вы должны знать напряжение в конце процесса разрядки; в нашем случае оно будет составлять 3,0 В. За пороговым значением 3,0 В напряжение очень быстро падает.



Рис. 5. Построение температурного профиля при разрядке аккумулятора с помощью системы сбора данных Keysight DAQ970A, электронной нагрузки постоянного тока 6063 В и ПО BenchVue

Программное обеспечение: приложение для регистрации данных

Как и в случае построения температурного профиля при зарядке, использование приложений для регистрации и визуализации данных способствует значительному сокращению сроков разработки программ и проведения испытаний. Мы рекомендуем то же программное обеспечение Keysight BenchVue из-за его полезных функциональных возможностей и простоты использования. Для построения температурных профилей при разрядке аккумуляторов вам понадобятся описанные далее измерительные приложения BenchVue.

Приложение для управления системами сбора данных и анализа результатов измерений ПО BenchVue

Используйте такую же установку, что и для построения температурных профилей при зарядке, как показано на рис. 3.

Приложение для управления электронными нагрузками и автоматизации измерений ПО BenchVue

Приложение для управления электронными нагрузками и автоматизации измерений ПО BenchVue может использоваться для задания постоянной величины нагрузочного тока 1,2 А (приблизительно 0,5 С) при 6063 В. На рис. 6 показана конфигурация каналов в приложении для управления электронными нагрузками и автоматизации измерений ПО BenchVue.



Рис. 6. Настройка приложения для управления электронными нагрузками и автоматизации измерений ПО BenchVue

Анализ результатов: температурный профиль при зарядке и разрядке аккумулятора

Интуитивно понятный пользовательский интерфейс ПО BenchVue и его разнообразные возможности графической визуализации, включая ленточные диаграммы, кривые в координатах XY, гистограммы и многое другое, позволяют быстро выполнять проверку результатов испытаний и перейти к поиску неполадок или испытанию следующего устройства. Если требуется составить отчет, вы также легко можете экспортировать данные измерений и снимки экрана несколькими щелчками мыши.

На рис. 7 показаны два графика, построенные ПО BenchVue по результатам измерений. Слева показаны профили тока и напряжения по данным, полученным от источника питания постоянного тока E36312A. Справа показан температурный профиль аккумулятора при зарядке на основании данных, полученных от системы сбора данных/коммутации DAQ970A.

На рис. 8 показаны графики температуры и напряжения аккумулятора при разрядке на основании данных, полученных от системы сбора данных/коммутации DAQ970A.

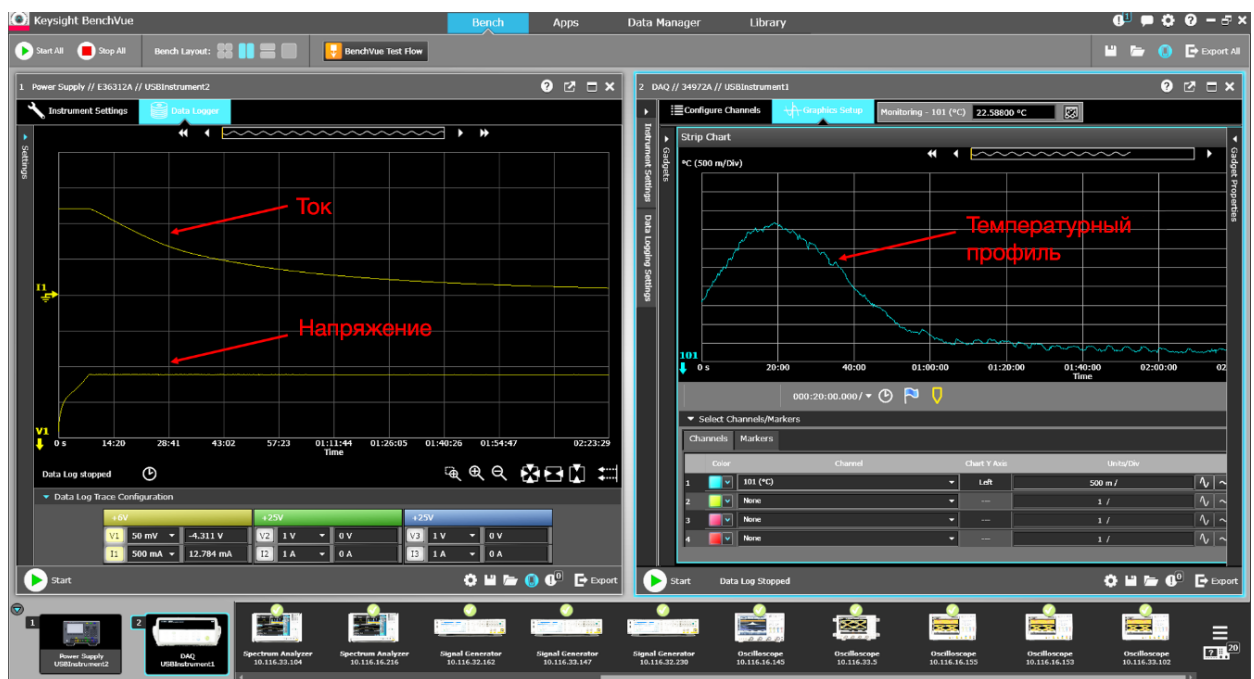


Рис. 7. Профили температуры, напряжения и тока, построенные ПО BenchVue при зарядке аккумулятора



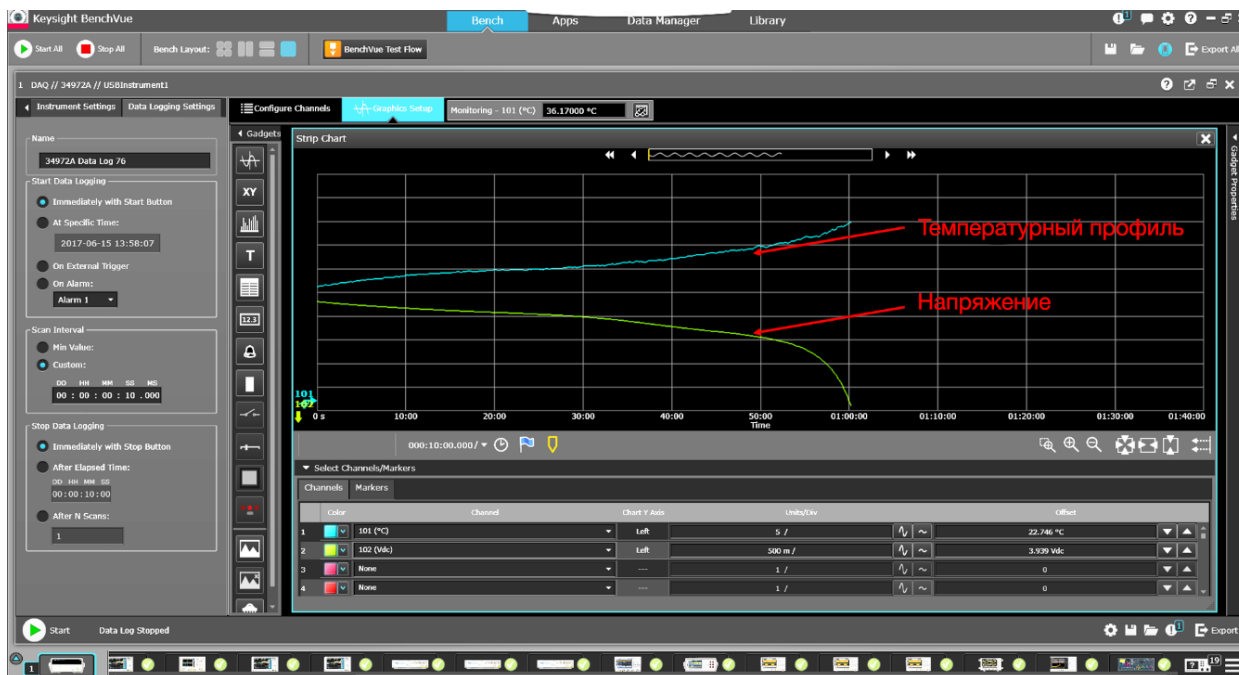


Рис. 8. Профили температуры и напряжения, построенные ПО BenchVue при разрядке аккумулятора

Сопутствующие испытания

Мы изложили основные сведения о том, как построить график температуры во время испытаний для определения рабочих характеристик аккумулятора с помощью ограниченного набора приборов, технические характеристики которых соответствуют вашим требованиям к испытаниям. Как показано в таблице ниже, система сбора данных может стать прибором, который можно использовать для решения самых разных задач, а не только задач, описанных в настоящем документе, за счет его возможностей по расширению собственного функционала.

Потребности в масштабировании	Функциональные возможности системы сбора данных/коммутатора Keysight DAQ970A и его модулей/плат расширения
Количество точек измерения температуры	Базовый блок системы сбора данных имеет 3 слота. Каждый слот позволяет обслуживать до 40 точек измерений.
Скорость сканирования при сборе данных	Мультиплексорная плата ввода DAQM900A может сканировать до 450 каналов в секунду, 20 каналов на одну плату. Мультиплексорная плата ввода DAQM908A может сканировать до 60 каналов в секунду, 40 каналов на одну плату.
Универсальные входы	Система сбора данных и ее модули/платы расширения обеспечивают непревзойденную гибкость при получении данных измерений от разнообразных входных устройств, включая датчики температуры (поддерживается 8 типов термпар, 2/4-проводные терморезисторы и термисторы), различные уровни напряжения и силы тока в цепях постоянного и переменного тока, 2/4-проводные датчики сопротивления, частоты и периода колебаний.
Коммутаторы	Кроме сканирующих мультиплексорных плат, данная система сбора данных имеет функцию коммутации для более сложных испытательных установок. Плата DAQM903A имеет 20-канальный коммутатор привода/универсальный коммутатор.
Высокое напряжение в зависимости от применения	Мультиплексорные и коммутирующие платы ввода могут использоваться для измерения напряжения до 300 В.

Дополнительная информация

Более подробная информация о системах сбора/коммутации общего назначения, предлагаемых компанией Keysight, доступна по адресу www.keysight.com/find/DAQ

Более подробная информация о программной платформе Keysight BenchVue доступна по адресу www.keysight.com/find/BenchVue

Более подробная информация об источниках питания постоянного тока серии Keysight E36300 доступна по адресу www.keysight.com/find/E36300

Для получения более подробной информации об измерении температуры загрузите рекомендации по применению «[Практические рекомендации по измерению температуры](#)».

Подробную информацию вы найдете на нашем сайте www.keysight.com.

Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительств приведен на сайте www.keysight.com/find/contactus.

