

АНАЛИЗАТОР СВИНЦОВО-КИСЛОТНЫХ СТАРТЕРНЫХ БАТАРЕЙ



Ситуация, когда машина однажды не завелась, известна каждому автомобилисту. И основным виновником в этом случае является, как правило, аккумуляторная батарея. Как узнать, в чем причина?

Можно заехать в центр технического обслуживания. Но не в каждом из них есть соответствующее диагностическое оборудование. Проверка нагрузочной вилкой или аналогичными приборами (имеющими просто большой уровень автоматизации) дает очень грубый ответ. Измерение ёмкости батареи на зарядно-разрядном стенде занимает больше суток и также не даёт полного ответа. А стартерные характеристики батареи и вовсе возможно определить лишь в специальных испытательных лабораториях.

Можно приобрести новую батарею, выбор сейчас такой, что глаза

разбегаются, но и в магазинах ситуация ничуть не лучше. Самое большее – батарею проверят той же нагрузочной вилкой. И потому приходится верить тому, что написано на этикетке батареи. Но ведь далеко не каждый посвящён в тайну тех цифр, которые там приводятся, и сможет понять, что они означают, тем более, если они приведены в различных стандартах, а это встречается довольно часто. Кроме того, не все производители указывают реальные цифры технических параметров батареи, и делают это по разным причинам. Встречаются и откровенные подделки с использованием названий известных «брендов». И при этом все желают знать реальные параметры любой батареи именно на данный момент времени.

Поэтому задача экспресс-диагностики весьма актуальна, как для производителей, продавцов, сервисных служб, так и для потребителей аккумуляторных батарей.

Основными потребительскими свойствами стартерных батарей является скорее не номинальная разрядная ёмкость, а её стартерная характеристика, она определяется величиной тока, который способна отдать батарея при пуске двигателя – так называемый «ток прокрутки».

В России, в соответствии с ГОСТ 959-2002, стартерные характеристики аккумуляторной батареи проверяются при температуре электролита -18°C в следующей последовательности:

- разряд током $I_{хп}$ (EN) в течение 10 секунд, при этом напряжение на клеммах аккумуляторной батареи на 10-й секунде должно быть не менее 7.5 V;
- пауза 10 секунд;
- разряд током $0.6 I_{хп}$ до напряжения на клеммах батареи 6.0 V. В идеальном случае продолжительность разряда, включая время первой ступени, должна попадать в интервал от 90 до 150 секунд, в зависимости от назначения батареи.

Величина тока холодной прокрутки позволяет оценить возможность запуска двигателя автомобиля указан-

Несколько лет назад ООО «МЕГАРОН» сконструировало приборы для измерения внутреннего сопротивления химических источников тока (ХИТ), которые и были взяты за основу новой разработки – анализатора свинцово-кислотных стартерных батарей «МЕГА».

Возникшее в процессе создания анализатора сотрудничество ООО «МЕГАРОН» и испытательной лаборатории «Нева-Регламент», позволило после длительных лабораторных испытаний приборов в условиях сертифицированной лаборатории создать ряд модификаций анализатора, рассчитанных на различные группы потребителей.

Наиболее простая модель анализатора рассчитана на работу с двенадцативольтовыми свинцово-кислотными стартерными батареями ёмкостью до 190 Ah и позволяет оценить их мощностные параметры. Возможности модели: измерение НРЦ (пошу дау расшифровку), омической составляющей внутреннего сопротивления, прогнозирование тока прокрутки. Основные технические характеристики модели представлены в табл. 1.

Питание – от тестируемой батареи	8-15 V
Потребляемый от батареи ток в режиме теста, мА не более	60
Потребляемый ток в режиме индикации, мА	8
Точность индикации напряжения, V	± 0.01
Диапазон измерения омической составляющей сопротивления, мОм	0.5-300
Точность измерения сопротивления, % не хуже	5 (но не менее ± 1 младшего разряда)
Цена младшего разряда при индикации сопротивления: в диапазоне до 30 мОм, мОм в диапазоне 30-300 мОм, мОм	0.01 0.1
Диапазон прогнозируемых токов прокрутки, А	10-2000
Диапазон прогнозируемых ёмкостей, Ah	1.2-200
Диапазон измеряемых температур, $^{\circ}\text{C}$	$-30 \text{ } ^{\circ}\text{C}$ $+50 \text{ } ^{\circ}\text{C}$
Время измерения, сек (в зависимости от батареи)	5-15
Тестовый сигнал переменного тока, мА	60
Разряд ХИТ за одно измерение, mAh не более	0.25
Анализатор защищён от неправильной полярности подключения ХИТ	
Габаритные размеры, мм	108x45x208
Вес, гр.	300

ным пусковым током при температуре -18°C и его дальнейшей раскрутки в течение не менее 73 (133) секунд.

Но ведь температура -18°C держится не круглый год и изменяется в широких пределах, поэтому провести такие измерения можно лишь в лабораторных условиях, в реальных же (при эксплуатации), а тем более при приобретении аккумулятора, величина тока прокрутки будет другая.

Потребителя интересует максимальный ток, который в данной степени заряженности способна отдать батарея при температуре окружающей среды. При этом желательно, чтобы диагностический прибор, которым можно проверить этот параметр, был не громоздким, мобильным, с небольшим временем тестирования и в минимальной степени разряжающим аккумулятор.

Принцип работы анализатора основан на определении внутренних параметров батареи (параметров эквивалентной схемы) по реакции её на серию тестовых импульсов тока. По этим параметрам микропроцессор вычисляет омическую составляющую внутреннего сопротивления и прогнозирует ток прокрутки.

Измерение и анализ НРЦ особенностей не имеет, поэтому на нём останавливаться не будем.

Внутреннее сопротивление – один из основных параметров оценки качества вообще любого химического источника тока. Необходимость его знания часто недооценивается.

Внутреннее сопротивление состоит из омической и поляризационной составляющих. Омическое сопротив-

ление от величины тока не зависит. Поляризационное сопротивление является функцией тока. Анализатор «МЕГА» вычисляет омическую составляющую (её величина, при токах в сотни ампер, составляет 70-80% от полного сопротивления) и учитывает поляризационную составляющую при прогнозе тока прокрутки. Чем меньше величина внутреннего сопротивления, тем больший кратковременный ток сможет отдать источник.

Для производителей аккумуляторов и аккумуляторных батарей оценка разброса внутреннего сопротивления – показатель качества технологического процесса и применяемых материалов. Для потребителей она позволяет:

- **осуществлять подбор** 12 V аккумуляторов в батарее более высокого напряжения (например, 24 V) с учетом омической составляющей, что значительно увеличивает их мощностные характеристики и продлевает срок эксплуатации;
- **контролировать процесс** «деградации» батареи. Омическое сопротивление меняется от температуры, уровня заряженности батареи и от степени ее деградации. Если проводить измерения в одинаковых условиях, например, полностью заряженной батарее при комнатной температуре, то с помощью периодического контроля внутреннего сопротивления можно увидеть процесс старения батареи. Сопротивление линейно возрастает на 5-30% в год, в зависимости от расчётного срока службы. Резкое увеличение скорости роста сопротивления говорит о скором отказе батареи;
- **осуществлять поиск** неисправностей в силовых цепях автомобиля («аккумулятор – стартер» и «аккумулятор – генератор»). Для этого сначала измеряется омическая составляющая внутреннего сопротивления самой батареи (анализатор подключается непосредственно к борнам). Затем анализатор подключается, например, между положительным борном и «массой» автомобиля. Дисплей покажет суммарное сопротивление батареи и сопротивление соединения между отрицательным борном и «массой». Аналогично проверяются остальные уча-

стки цепи и находится участок, вносящий наибольшее увеличение сопротивления. Сопротивление внешних цепей должно быть значительно меньше сопротивления батареи. В противном случае, какой бы хороший аккумулятор вы ни поставите, максимальный ток будет ограничен высоким внешним сопротивлением соединений.

Следующим параметром является **ток прокрутки**. Он был подробно описан в предыдущем номере журнала, поэтому повторяться не будем. Отметим лишь, что для индикации нами был выбран стандарт EN, наиболее полно отражающий максимально возможный ток и способность батареи длительно отдавать большие токи. Ток прокрутки, прогнозируемый анализатором – это максимально возможный ток, который может отдать батарея при испытаниях в соответствии со стандартом EN, но в реальных климатических условиях и данной степени заряженности.

Если измерения проводятся на подготовленной, как требует ГОСТ, батарее, при температуре -18°C , то показания будут соответствовать реальному току холодной прокрутки.

Повторимся, что анализатор не измеряет, а прогнозирует ток прокрутки. Соответствие показаний анализатора реальным возможностям батарей были проверены в испытательной лаборатории «Нева-Регламент» на батареях различных производителей и различной ёмкости (до 190 Ah) при температуре от -18°C до $+20^{\circ}\text{C}$, при различной степени заряженности (от 20 до 100%), как на новых, так и на деградировавших батареях. В качестве примера в табл. 2 приведены результаты испытаний новых батарей. Значения максимального тока, определенные анализатором для заряженных аккумуляторных батарей 6СТ55, при заявленном токе холодной прокрутки 420А, колебались от 371А до 433А; для батарей 6СТ140, при заявленном токе холодной прокрутки 1200А – от 1489А до 1510А.

Таблица 2

Т, °C	Уров. заряда %	№АКБ	Анализатор «МЕГА»			Испытания током прокрутки по показаниям анализатора «МЕГА»			
			НРЦ, В	R, мОм	Ток прокр., А	Длит.1 ступ., с	U, В на 10С	Длит.2 ступ., с	Общая длит., с
+12	100	133	12.85	3.61	667	10	8.33	119	136
		134	12.85	3.92	629	10	8.38	136	153
	70	137	12.64	4.27	571	10	8.57	78	95
		138	12.64	4.30	568	10	8.67	85	102
	50	141	12.43	4.32	408	10	9.04	95	112
		142	12.43	4.64	387	10	9.15	104	121
	20	129	12.12	5.76	171	10	10.01	124	141
		132	12.12	6.58	149	10	9.93	116	133
0	100	133	12.87	3.96	564	10	8.55	107	124
		134	12.82	4.16	544	10	8.33	144	161

0	100	133	12.87	3.96	564	10	8.55	107	124
		134	12.82	4.16	544	10	8.33	144	161
	70	137	12.64	4.21	475	10	7.79	70	87
		138	12.64	4.14	476	10	7.92	74	91
	50	141	12.40	4.36	313	10	8.00	79	96
		142	12.42	4.64	310	10	8.83	86	103
	20	129	12.09	6.48	119	10	9.70	159	176
		132	12.10	7.00	113	10	9.57	139	156
-18	100	133	12.79	5.43	433	10	7.66	113	130
		135	12.69	6.31	371	10	8.04	170	187
	70	137	12.60	4.94	371	10	8.22	78	95
		138	12.60	5.06	362	10	7.89	67	84
	50	141	12.36	5.17	238	10	8.57	93	110
		142	12.36	5.23	234	10	8.63	117	134
	20	129	12.10	9.51	82	10	9.19	173	190
		131	12.09	9.57	75	10	9.29	148	165

Зависимости усредненных значений тока прокрутки от температуры и от степени заряженности для аккумуляторов 6СТ55 приведены на рис.2 и рис.3 соответственно. Эти графики также могут быть использованы для прогноза тока холодной прокрутки этих аккумуляторов. Возможно, похожие зависимости будут и для продукции других производителей.

Дополнительными функциями, встраиваемыми по желанию Заказчика в анализатор, являются прогноз фактической ёмкости и степени заряженности. Точность и достоверность прогнозирования этих величин пока невелики. Например, ёмкость прогнозируется с точностью $\pm 20\%$ только для полностью заряженных батарей, отстоявших без использования не менее 3-х часов при температуре $+20-25^\circ\text{C}$.

Однако для сравнения однотипных батарей этой точности оказывается вполне достаточно. Параметр прогнозируемой ёмкости можно использовать для подбора аккумуляторов в батареи более высокого напряжения и для выявления наихудших аккумуляторов в батареях высокого напряжения.

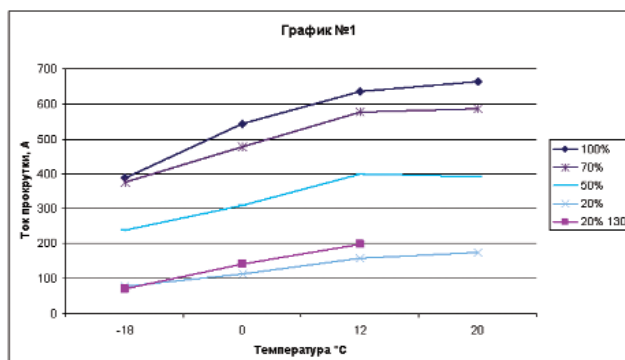


Рисунок 2

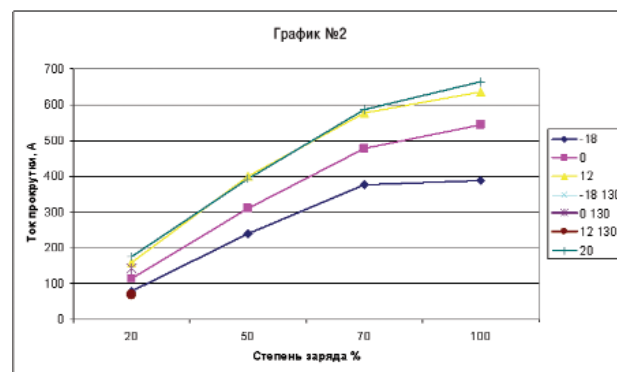


Рисунок 3

Анализатор можно использовать и для тестирования герметизированных аккумуляторных батарей ёмкостью 1.2-150 Ah. Параметр холодной прокрутки для них ГОСТом не предусмотрен. Но для оценки мощностных возможностей, например, при подборе аккумуляторов для источников бесперебойного питания, прогнозируемые и измеряемые анализатором параметры оказываются очень полезны.

Разработаны модели, автоматически распознающие рабочее напряжение 6 V, 12 V и 24 V. Имеется модель для 2 V и 4 V аккумуляторов со встроенным источником питания.

Некоторые модели анализатора снабжены энергонезависимой памятью. Запоминаются параметры десятиста батарей, в зависимости от объёма памяти. В моделях с памятью есть режим «калибровка». При включении такого режима результаты теста показываются в процентах относительно предварительно измеренных и сохранённых параметров образцовой батареи. Перед тестированием

можно установить пороговое значение тока прокрутки. Результаты теста анализатор обобщает и выдает заключение о пригодности батареи в виде текстового сообщения.

Основные достоинства анализатора

1. Позволяет вне заводских или лабораторных условий определять стартерные характеристики аккумуляторных батарей.
2. Позволяет измерить омическую составляющую внутреннего сопротивления батареи.
3. При тестировании батарея практически не разряжается.
4. Позволяет тестировать весь диапазон выпускаемых стартерных батарей.
5. Малое время диагностики.
6. Легкость, портативность, энергонезависимость.
7. Простота работы с прибором.
8. Наличие дополнительной информации для потребителя.

Основные направления применения анализатора

1. Для контроля качества химических источников тока.
2. Для быстрой отбраковки неисправных (некондиционных) аккумуляторных батарей.
3. Для подбора аккумуляторов и батарей в батареи большего напряжения по однородности их параметров.
4. Для мониторинга состояния аккумуляторных батарей.

5. Для поиска неисправностей силовых цепей автомобиля.

Перспективы разработки

1. Расширение функций анализатора по диагностике генератора и реле-регулятора. Пока существуют только опытные образцы, позволяющие диагностировать работу генератора и реле-регулятора. Анализатор сам распознает заведённый двигатель и переходит в режим тестирования системы заряда батареи. При этом на индикаторе высвечивается текущее выходное напряжение генератора. Анализатор проверяет, соответствует ли это напряжение температуре аккумулятора и выдает рекомендации – завышено оно, занижено или соответствует норме. В это же время анализатор проверяет исправность диодов генератора. Если хотя бы один из диодов в обрыве или контакт неустойчив, подается звуковой сигнал.
2. Установка USB-порта для связи с компьютером и сохранения протоколов измерений.
3. Разрабатывается программное обеспечение для совместной работы анализатора и персонального компьютера: для предприятий автосервиса, для проведения исследований.
4. Установка портативного принтера в корпус анализатора для прямого документирования результатов измерений.
5. Повышение достоверности прогноза фактической ёмкости и степени заряженности аккумуляторной батареи.
6. Разработка моделей для других электрохимических систем.