

УДК 629

## ХАРАКТЕРИСТИКИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Рудик П.С., Пименов В.В.

Научный руководитель - к.т.н., доцент Константинова С.В.

В начале XIX века итальянский ученый Алессандро Вольт, используя медные и свинцовые пластинки, получил непрерывное напряжение, называемое Вольтов столб. С этого момента начали появляться первые источники питания. Сегодня, АКБ (аккумуляторные батареи) заняли лидирующее место в системах портативного электроснабжения различных приборов или объектов промышленного и бытового назначения. В данной статье будут рассмотрены следующие характеристики аккумуляторов:

1. Ёмкость аккумулятора.
2. Напряжение батареи.
3. Ток заряда.
4. Допустимая глубина разряда.
5. Срок службы аккумулятора.
6. Саморазряд.

**Ёмкость аккумулятора** величиной, отражающую энергию, которую может накопить батарея, измеряемая в Ампер-часах, называется ёмкостью. Например: ёмкость в 300Ач обозначает, что батарея способна снабжать потребителя током 3А продолжительностью в 100 часов, или током 6А - 50 часов. Важно принять во внимание, что на АКБ обычно указывают параметр «С» с числовым значением колеблющееся от 1 до 48 часов из соображения, что при росте потребляемого тока, ёмкость аккумулятора падает. Эта характеристика указывает на ёмкость батареи при разряде за определенное время. Маркер С10 считают стандартным, и большинство производителей указывает ёмкость при 10-ти часовом разряде. Например ёмкость 100Ач при С=10 (С10) показывает, что батарея обеспечит данную ёмкость при 10-ти часовом разряде, если взять батарею той же ёмкости с параметром С4, то её ёмкость упадёт и составит примерно 70Ач, а если промежуток времени составит 30 часов, то ёмкость увеличится и составит приблизительно 117Ач. Таким образом, при выборе ёмкости АКБ необходимо учитывать время, в течение которого будет происходить разряд.

**Напряжение батареи** позволяет дать понятие о степени заряженности и о состоянии батареи. Существуют АКБ, у которых нет возможности произвести измерения плотности электролита, например, аккумуляторы с герметизацией. Для таких видов батарей напряжение является ключевым. Распространёнными видами напряжения являются: 1.2, 2.4, 6, 12В. Батареи высших напряжений, 24, 48, 96В, получают, используя несколько батарей напряжением 12В соединённых последовательно. Напряжение на концах батареи измеряют при отсутствии как зарядного, так и разрядного токов в течение 3-4 часов (за такой промежуток времени напряжение становится стабильным). Именно такие условия измерения необходимы для объективной оценки глубины заряженности аккумулятора. В таблице 1 приведена зависимость заряженности

аккумулятора (для АКБ с жидким электролитом) от напряжения без нагрузки (холостой ход). Для герметизированных АКБ значение напряжения выше.

Таблица 1 – Зависимость заряженности аккумулятора от напряжения

Степень заряженности	Батарея 12В	Батарея 24 В	Плотность электролита
100	12.70	25.40	1.265
95	12.64	25.25	1.257
90	12.58	25.16	1.249
85	12.52	25.04	1.241
80	12.46	24.92	1.233
75	12.40	24.80	1.225
70	12.36	24.72	1.218
65	12.32	24.64	1.211
60	12.28	24.56	1.204
55	12.24	24.48	1.197
50	12.20	24.40	1.190
40	12.12	24.24	1.176
30	12.04	24.08	1.162
20	11.98	23.96	1.148
10	11.94	23.88	1.134

**Ток заряда.** Сила тока, которым осуществляется заряд, зависит от ёмкости заряжаемой батареи. В зависимости от типа аккумулятора, зарядный ток может изменяться в пределах 10-30% номинальной ёмкости. Например, для заряда аккумулятора автомобиля 12В ёмкостью 55Ач, ток заряда не должен превышать 5,5А. В процессе зарядки ток снижается, до такого значения, которое соответствует величине тока саморазряда аккумулятора.

Таблица 2 – Характеристика аккумулятора по разряду

Тип батареи	Допустимый разряд,%	Рекомендованный разряд,%
VRLA	70	40
AGM VRLA	80	50
GEL VRLA	90	50
OPZV	90	60
OPZS	90	60
Li-ion	100	90
Ni-Cd	100	70

**Допустимая глубина разряда** - определяющий параметр в сроке службы аккумулятора наряду с интенсивностью эксплуатации. Любую батарею можно вывести из строя за короткий промежуток времени (7 - 10 дней), если производить глубокий разряд несколько раз подряд. Наиболее стойкими АКБ являются: литий-ионные и никель-кадмиевые, а также специализированные свинцово-кислотные батареи. Обычно такие серии маркируются словом «Deep»

(глубокий). Чтобы увеличить срок службы АКБ, следует придерживаться рекомендованных значений разряда. В таблице 2 приведены характеристики аккумуляторов допустимой и рекомендованной глубины разряда.

**Срок службы аккумуляторов** определяется числом циклов заряд-разряд и значительно зависит от условий эксплуатации. Чем глубже разряжается батарея, чем большее время она находится в разряженном состоянии, тем меньшее число возможных циклов работы.

Количество рабочих циклов «заряда-разряда» - понятие относительное, так как сильно зависит от различных факторов. Срок службы аккумуляторов определяется в циклах, время работы в годах — весьма приблизительное и рассчитано для типичных условий работы. Если указано, что срок службы аккумулятора составляет 12 лет, это значит, что производитель рассчитал срок службы для буферного режима с средним числом циклов заряд-разряд 8 в месяц. Например, для AGM аккумуляторов производитель указывается срок службы 12 лет и максимальное число циклов 1200 при разряде на 20%. В год получается 100 таких циклов, в месяц — около 8.

В процессе эксплуатации полезная емкость аккумулятора уменьшается. Все характеристики по количеству циклов обычно приводятся до момента потери им 40% своей номинальной емкости. Например, если указано количество циклов 600 при 50% разряде, это значит, что через 600 идеальных циклов (при температуре 20С и разряде током одной величины, обычно составляющей 0,1С) полезная емкость аккумулятора будет составлять 60% от начальной. При такой емкости уже рекомендуется замена аккумулятора. При окончании срока службы, у аккумулятора повышается внутреннее сопротивление, что влечет за собой рост напряжения при заряде, и более быстрый разряд аккумулятора. Если заряд производится током, близким к предельному, аккумулятор будет нагреваться при заряде сильнее, чем раньше. В таблице 2 приведены примерные данные ресурса в зависимости от типа аккумулятора, на рисунке 1 приведена диаграмма зависимости глубины разряда от количества циклов.

Таблица 3 – Срок службы в зависимости от типа аккумулятора

Тип аккумулятора	Циклический ресурс при глубине разряда				Срок службы, лет
	25%	50%	75%	100%	
VRLA	700-1000	350-500	230-400	150-300	3-5
AGM VRLA	800-2100	500-1200	300-800	200-600	5-15
GEL VRLA	2500-3000	1200-1750	800-1000	600-800	10-15
OPZV	2500-3000	1200-1750	800-1000	600-800	10-15
OPZS	5000-6000	3000-3500	1500-1750	1000-1200	20-25
Li-ion	<7000	<5000	<2000	<1500	20-25
Ni-Cd	<6000	<4000	<2000	<1500	20-25

**Саморазряд** Явление саморазряда заключается в потере аккумуляторами своей емкости после того, как они были полностью заряжены в отсутствие

внешнего потребителя тока. Для количественной оценки саморазряда используют величину потерянной ёмкости за определенный промежуток времени, которая, выражается в процентах от значения, полученного сразу после заряда. За промежуток времени, обычно, принимается интервал времени, равный одним суткам и одному месяцу. Например, для исправных Ni-CD аккумуляторов считается допустимым саморазряд до 10% в течение первых 24 часов после заряда аккумулятора.

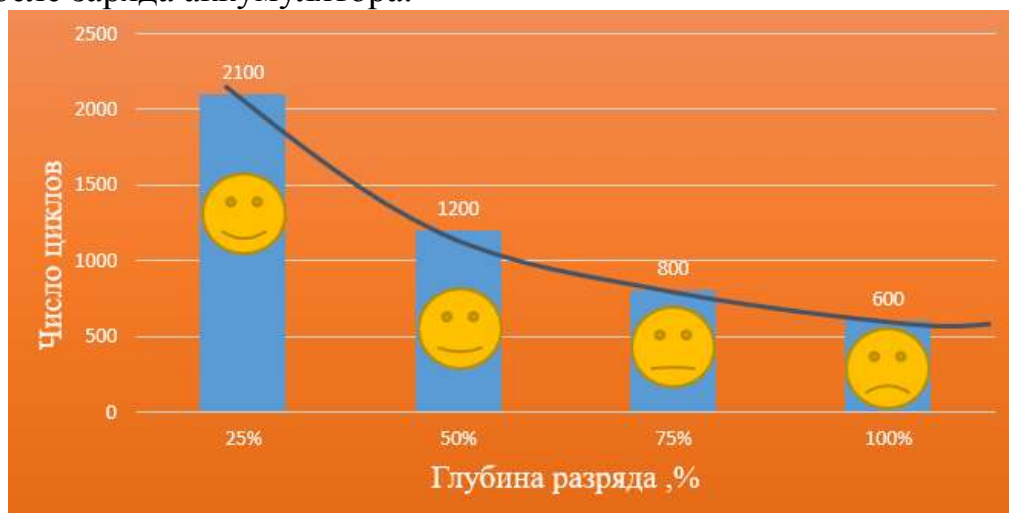


Рисунок 1. Зависимость циклического ресурса от глубины разряда

На данный параметр оказывает значительное влияние температура окружающей среды. На рисунке 2 приведён график зависимости срока хранения батареи, от доступной ёмкости аккумулятора на примере аккумулятора AGM VRLA ёмкостью. 100Ач. Из графика видно, что при повышении температуры окружающей среды, показатель саморазряда будет увеличиваться. Причиной возникновения саморазряда служит выделение молекул кислорода на электроде положительного заряда, а повышение температуры является катализатором данного процесса.

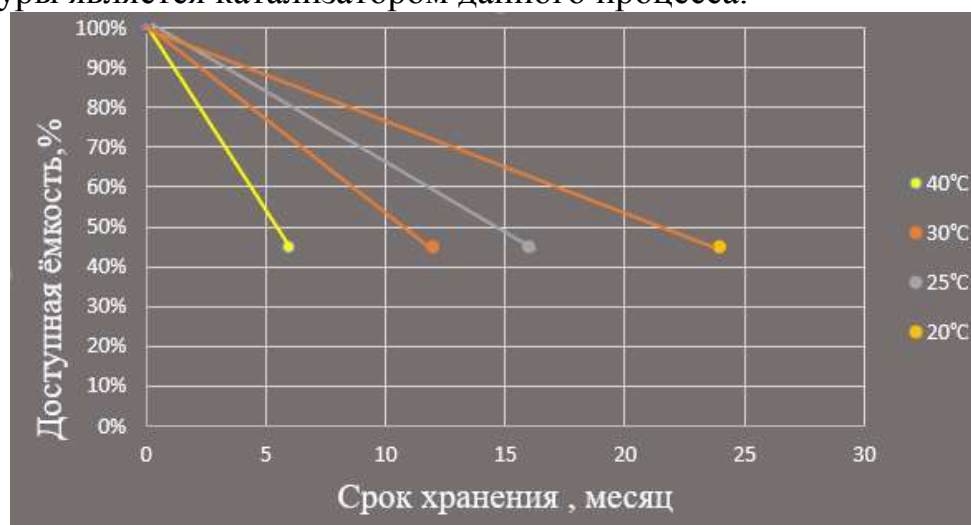


Рисунок 2. Зависимость циклического ресурса от глубины разряда

### Литература

1. <https://best-energy.com.ua/support/battery/411-features-battery>.
2. <http://adopt-zu.soroka.org.ua/history.html>