

Инструкция по эксплуатации аккумуляторов ВВ и Ventura

1.Разряд.

1.1.Разрядные характеристики.

Приведённые на рисунке 1 кривые, а также таблицы 1 и 2 показывают типичные разрядные характеристики аккумуляторов серии ВР при температуре окружающей среды 25С.

Рисунок 1. Разрядные характеристики аккумуляторов серии ВР (при 25°С)

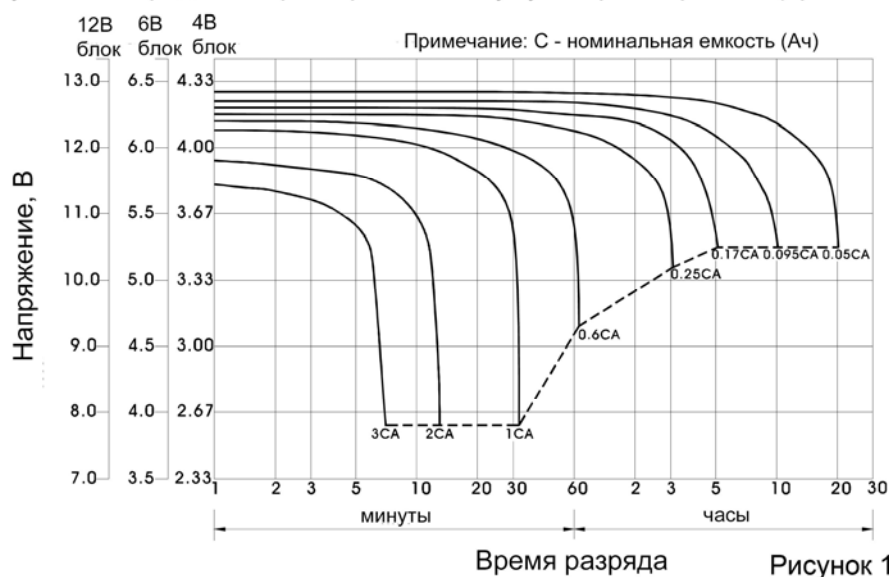


Таблица 1. Ток разряда при различной интенсивности разряда

Номинальная емкость С20, Ач	Ток разряда, А							
	0.05С	0.095С	0.17С	0.25С	0.6С	1С	2С	3С
1Ач	0.05	0.095	0.17	0.25	0.6	1.0	2.0	3.0
1.2Ач	0.06	0.114	0.204	0.3	0.72	1.2	2.4	3.6
2.3Ач	0.115	0.219	0.391	0.575	1.38	2.3	4.6	6.9
3Ач	0.15	0.285	0.51	0.75	1.8	3.0	6.0	9.0
4Ач	0.2	0.38	0.68	1.0	2.4	4.0	8.0	12.0
4.5Ач	0.225	0.428	0.765	1.125	2.7	4.5	9.0	13.5
5Ач	0.25	0.475	0.85	1.25	3.0	5.0	10.0	15.0
7Ач	0.35	0.665	1.19	1.75	4.2	7.0	14.0	21.0
7.5Ач	0.375	0.713	1.275	1.875	4.5	7.5	15.0	22.5
8Ач	0.4	0.76	1.36	2.0	4.8	8.0	16.0	24.0
10Ач	0.5	0.95	1.7	2.5	6.0	10.0	20.0	30.0
12Ач	0.6	1.14	2.04	3.0	7.2	12.0	24.0	36.0
13Ач	0.65	1.235	2.21	3.25	7.8	13.0	26.0	39.0
17Ач	0.85	1.615	2.89	4.25	10.2	17.0	34.0	51.0
26Ач	1.3	2.47	4.42	6.5	15.6	26.0	52.0	78.0
33Ач	1.65	3.135	5.61	8.25	19.8	33.0	66.0	99.0
40Ач	2.0	3.8	6.8	10.0	24.0	40.0	80.0	120.0
65Ач	3.25	6.175	11.05	16.25	39.0	65.0	130.0	195.0
90Ач	4.5	8.55	15.3	22.5	54.0	90.0	180.0	270.0
120Ач	6.0	11.4	20.4	30.0	72.0	120.0	240.0	360.0

Таблица 2. Емкость аккумуляторов ВР при различной интенсивности разряда

Номинальная емкость С20 (Ач)	Емкость, Ач				
	20ч	10ч	5ч	3ч	1ч
	0.05СА до 1,75В/эл	0.095СА до 1,75В/эл	0.17СА до 1,75В/эл	0.25СА до 1,7В/эл	0.6СА до 1,55В/эл
1.0АН	1.0	0.95	0.85	0.75	0.60
1.2АН	1.2	1.14	1.02	0.90	0.72
2.3АН	2.3	2.19	1.96	1.73	1.38
3АН	3.0	2.85	2.55	2.25	1.80
4АН	4.0	3.80	3.40	3.00	2.40
4.5АН	4.5	4.28	3.83	3.38	2.70
5АН	5.0	4.75	4.25	3.75	3.00
7АН	7.0	6.65	5.95	5.25	4.20
7.5АН	7.5	7.13	6.38	5.63	4.50
8АН	8.0	7.60	6.80	6.00	4.80
10АН	10.0	9.50	8.50	7.50	6.00
12АН	12.0	11.40	10.20	9.00	7.20
13АН	13.0	12.35	11.05	9.75	7.80
17АН	17.0	16.15	14.45	12.75	10.20
26АН	26.0	24.70	22.10	19.50	15.60
33АН	33.0	31.35	28.05	24.75	19.80
40АН	40.0	38.00	34.00	30.00	24.00
65АН	65.0	61.75	55.25	48.75	39.00
90АН	90.0	85.50	76.50	67.50	54.00
120АН	120.0	114.00	102.00	90.00	72.00

- Глубокий разряд

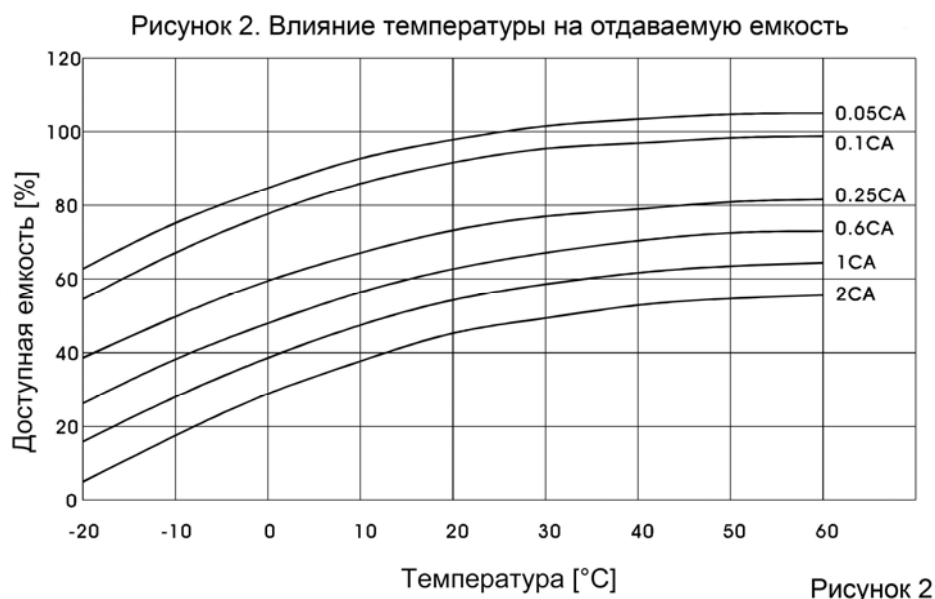
Пунктирная линия Рис.1 показывает минимально допустимое напряжение аккумулятора под нагрузкой (минимальное конечное напряжение разряда) для аккумуляторов серии ВР при различных токах разряда. Разряд батареи ниже указанного минимального конечного напряжения (глубокий разряд) может привести к её выходу из строя. Это связано с возможностью возникновения необратимой сульфатации пластин и дальнейшей невосприимчивостью батареи к заряду. Конечное напряжение разряда приведено также в табл. 3 .

Таблица 3
Ток разряда батарей и конечное напряжение разряда

Ток разряда (А)	Конечное напряжение разряда (В/эл)
0.2С > (А) или периодический разряд	1.75
0.2С ≤ (А) < 0.5С	1.70
0.5С ≤ (А) < 1.0С	1.55
1.0С ≤ (А)	1.30

1.2. Температурные характеристики

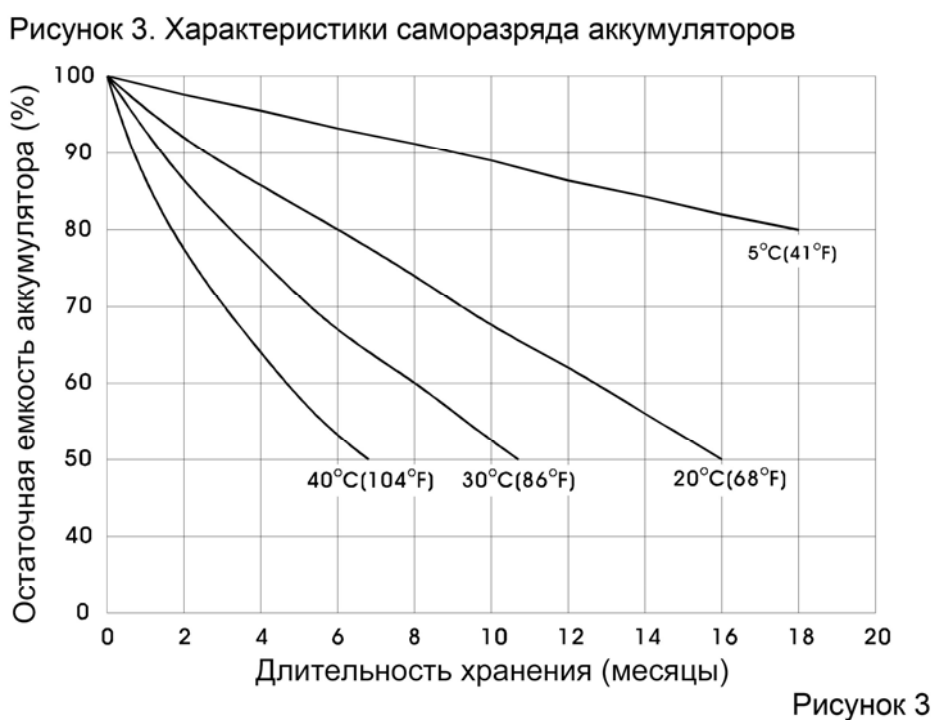
Рис.2 показывает влияние различных температур на отдаваемую батареей ёмкость.



1.3. Хранение и саморазряд

- Саморазряд

Скорость саморазряда аккумуляторов серии ВР равна примерно 3% в месяц при температуре окружающей среды 20°C. Скорость саморазряда зависит от температуры. Эта зависимость приведена на рисунке 3.



- **Хранение**

При хранении свинцово-кислотных батарей на отрицательных пластинах образуется сульфат свинца. Чем больше степень сульфатации, тем меньше восприимчивость к заряду. Таблица 4 показывает зависимость времени хранения от температуры окружающей среды.

Отклонения температуры в течение нескольких дней не влияют на время хранения. Если батареи хранятся при повышенной температуре в течение месяца и более, время хранения должно быть пересчитано в соответствии с изменившейся температурой. В идеальном случае батареи серии ВР должны храниться в сухом, прохладном помещении.

Таблица 4. Саморазряд при различных температурах

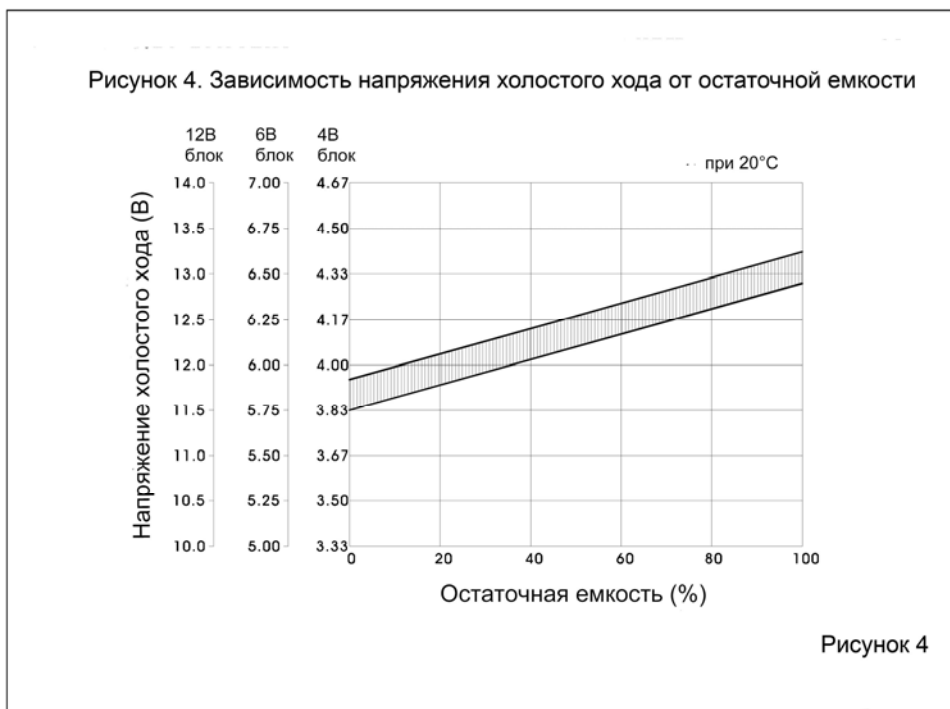
Температура	Срок хранения
до 20°C	9 месяцев
от 21°C до 30°C	6 месяцев
от 31°C до 40°C	3 месяца
от 41°C до 50°C	1,5 месяца

- **Заряд батарей после хранения**

Если батареи серии ВР хранились в течение длительного периода времени, рекомендуется проведение дополнительного заряда (см. стр.10, «Восстанавливающий заряд»).

Остаточная ёмкость, определяемая измерением напряжения холостого хода.

Приблизительная глубина разряда или остаточная ёмкость аккумуляторов серии ВР может быть эмпирически определена с помощью рисунка 4.



2. Заряд

Правильный заряд является одним из важнейших факторов, который следует учитывать при эксплуатации герметизированных свинцово-кислотных батарей. Срок службы аккумулятора напрямую зависит от эффективности выбранного метода заряда. Основными методами заряда являются:

- Заряд постоянным напряжением
- Заряд постоянным током
- Заряд падающим током
- Двухступенчатый заряд постоянным напряжением

Заряд постоянным напряжением

Заряд постоянным напряжением является наиболее подходящим и распространённым методом заряда герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов. Рис. 5, 6, 7 показывают характеристики заряда аккумуляторов серии ВР при заряде постоянным напряжением 2,275 В/эл в режиме постоянного подзаряда и 2,45 В/эл в циклическом режиме работы при начальном токе заряда, равном 0,1Сном.

Характеристики заряда постоянным напряжением, с ограничением максимального тока



Рисунок 5

Рисунок 6. Характеристики заряда батарей
Типичный пример характеристик режима постоянного подзаряда

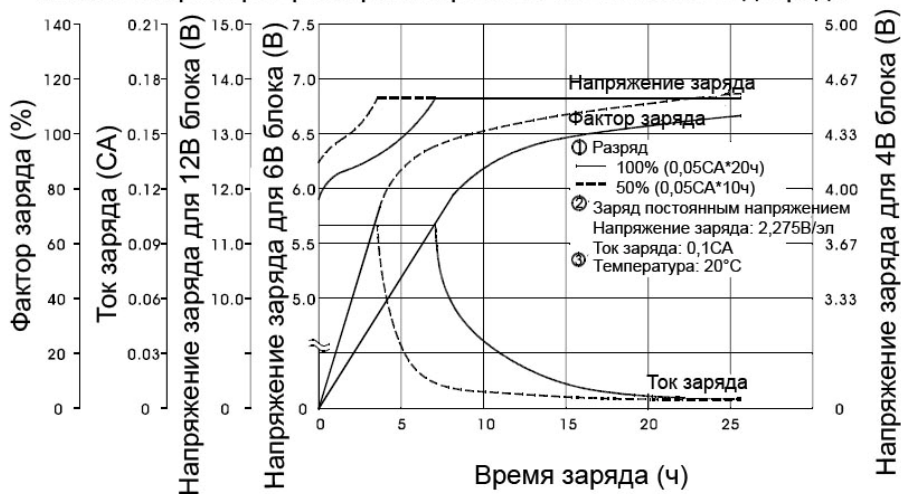


Рисунок 7. Характеристики заряда батарей
Типичный пример характеристик заряда для циклического режима

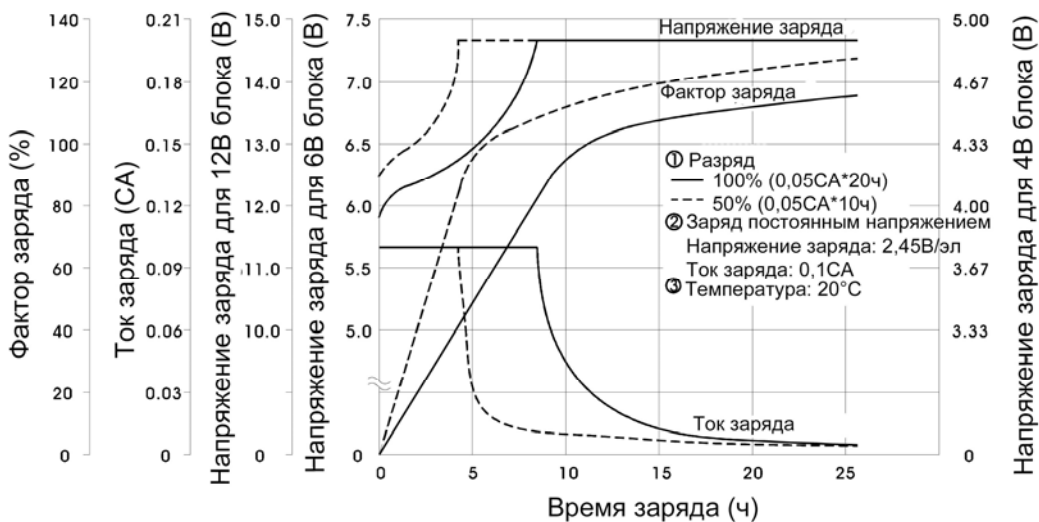


Рисунок 7

Заряд постоянным током

Этот метод редко используется для заряда герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторов, однако, является эффективным методом, применяемым в качестве выравнивающего заряда.

При заряде постоянным током следует быть предельно внимательным! При достижении аккумулятором состояния полной заряженности и продолжении заряда постоянным током возможен перезаряд аккумулятора и его преждевременный выход из строя. Вид характеристики заряда постоянным током приведён на рисунке 8.

Рисунок 8
Характеристики заряда постоянным током

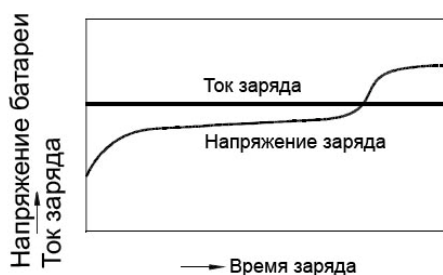
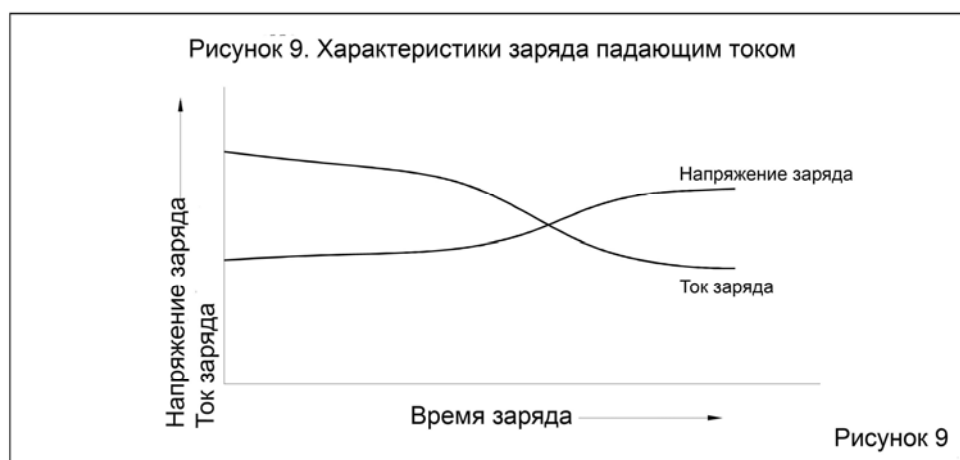


Рисунок 8

Заряд падающим током

Этот метод заряда не рекомендуется, так как часто может вести к сокращению срока службы батареи. Однако, из-за простоты схемы заряда и дешевизны зарядного устройства, этот метод заряда часто применяется при эксплуатации аккумуляторов в циклическом режиме. При использовании этого метода заряда следует ограничивать время заряда для предотвращения перезаряда батареи. За более подробной информацией следует обратиться к представителю производителя. Вид характеристики заряда падающим током приведён на рисунке 9.



Двуступенчатый заряд постоянным напряжением

Двуступенчатый заряд постоянным напряжением является рекомендуемым методом заряда герметизированных свинцово-кислотных аккумуляторных батарей. На рисунке 10 изображены характеристики двуступенчатого заряда при постоянном напряжении.

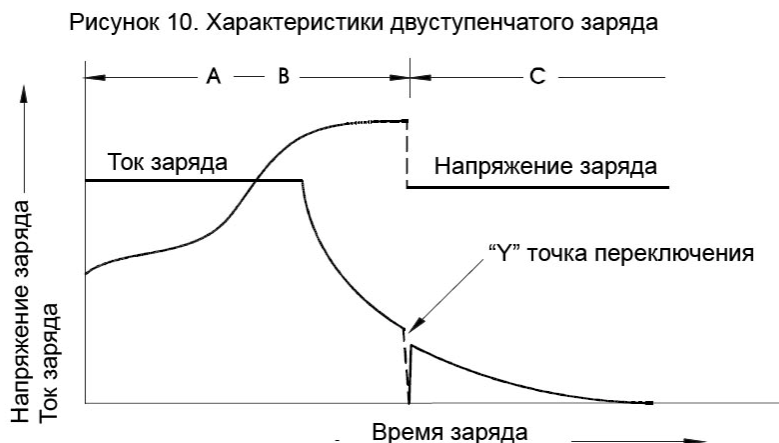


Рисунок 10

На начальной ступени заряда ток заряда ограничен на уровне $0,3C_{ном}$. Напряжение заряда на выводах батареи растёт до значения напряжения на выходе зарядного устройства, установленного на уровне $2,45В/Эл$ (участок А-В рисунка 10). Ток заряда снижается при этом до точки «У» (Рис.10). Далее происходит переключение в режим заряда напряжением $2,25 - 2,3 В/Эл$ (участок С рисунок 10.) Точка переключения на вторую ступень характеризуется уровнем заряда аккумулятора около $80\%C_{ном}$. Это один из наиболее эффективных методов заряда. При этом батарея защищена от перезаряда переключением на вторую ступень заряда.

При использовании данного метода заряда должны соблюдаться следующие выходные параметры:

Начальный ток заряда: $0,3C_{ном}$ (max)

Напряжение заряда:

1 ступень: $2,45В/эл$ ($2,40-2,50В/эл$, max)

2 ступень: $2,28В/эл$ ($2,25-2,30В/эл$, max)

Ток заряда во время перехода с 1-й ступени заряда на 2-ю: ----- $0,05C, A$
(от $0,04C$ до $0,08C, A$)

Примечание: Данный метод заряда не может быть применен, если нагрузка и аккумуляторная батарея соединены параллельно.

Напряжение заряда

Напряжение заряда должно быть выбрано исходя из режима эксплуатации батареи:

Режим постоянного подзаряда (standby):----- от $2,25$ до $2,30 В/элемент$

Циклический режим работы:----- от $2,40$ до $2,50 В/элемент$

В системах, где происходит заряд при постоянном напряжении, больший зарядный ток будет протекать на начальной стадии заряда и будет уменьшаться по мере заряда. Когда напряжение заряда достигло уровня $2,3В/элемент$, ток на

конечной фазе заряда обычно имеет значение в диапазоне от 0,0005С до 0,004С Ампер.

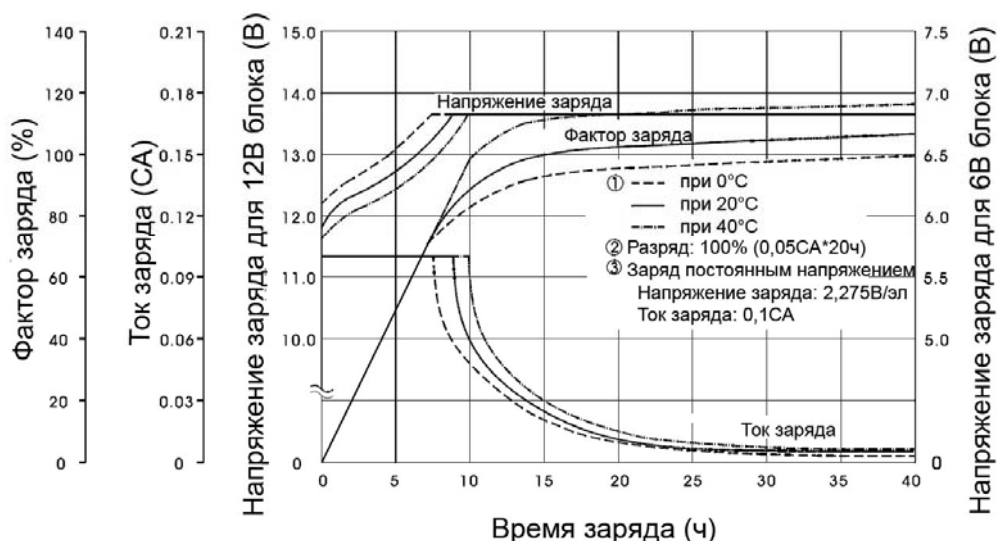
График фактора заряда изображен на вертикальных осях рисунков 6 и 7, он показывает отношение сообщенных аккумулятору Ампер-часов во время заряда к количеству Ампер-часов, снятых во время разряда.

Если батарее сообщено 100% Ампер-часов электричества от снятых во время разряда, то в режиме последующего разряда доступная емкость будет равна или несколько больше 90% сообщенной аккумулятору емкости.

Напряжение заряда должно быть установлено в соответствии с температурой окружающей среды. Чем выше температура, тем ниже напряжение заряда, и наоборот, чем ниже температура, тем выше напряжение заряда.

Фактор заряда находится в прямой зависимости от температуры окружающей среды: более высокие температуры – фактор заряда больше, температура ниже – фактор заряда ниже за тот же период времени. Рисунок 11 показывает зависимость между фактором заряда и температурой.

Рисунок 11. Характеристики заряда при различных температурах



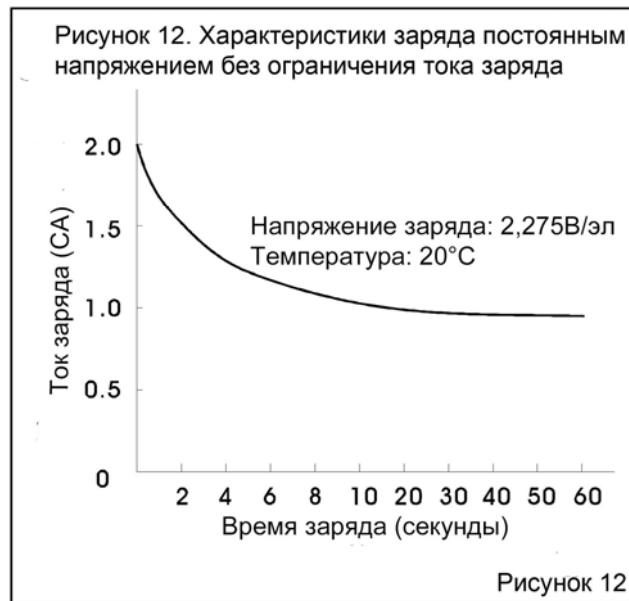
Ограничение начального тока заряда

На начальной стадии заряда через разряженную батарею будет протекать высокий ток заряда. Высокий ток заряда может вызвать ненормальный нагрев аккумулятора, что в последствии приведет к повреждению корпуса.

Поэтому, если аккумуляторная батарея эксплуатируется в циклическом режиме, необходимо ограничить ток заряда значением 0,3С Ампер.

Аккумуляторы серии ВР предназначены для работы в режиме постоянного подзаряда (standby) и спроектированы таким образом, что если ток заряда будет выше рекомендованного значения, ток через аккумуляторы не будут превышать значения, равного 2С Ампер и будет быстро снижаться до сравнительно маленького значения. Обычно, по причине указанной выше, в режиме постоянного подзаряда не требуется ограничение тока заряда.

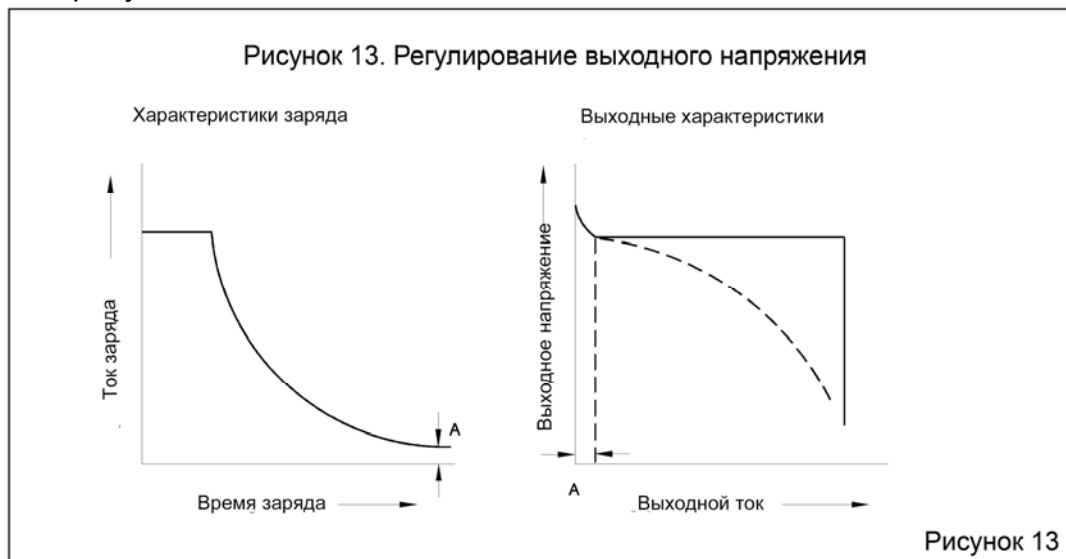
На рисунке 12 изображена токовая восприимчивость аккумуляторов ВР, заряжаемых напряжением 2,3В/элемент без ограничения тока заряда.



При выборе зарядного устройства следует отдавать предпочтение такому оборудованию, которое защищено от короткого замыкания выходных цепей, а также защищенному от подключения батареи обратной полярности.

Точность стабилизации выходного напряжения

Для того, чтобы быть уверенным, что зарядное устройство, работающее в режиме постоянного выходного напряжения, настроено правильно и точно, все регулировки должны быть выполнены, когда зарядное устройство находится под нагрузкой. Настройка выходного напряжения у ненагруженного зарядного устройства приведет в последствии к недозаряду батареи. Значение напряжения, необходимое для заряда батареи, определяется для состояния полного заряда батареи. Поэтому зарядное устройство, имеющее характеристику заряда, показанную на рисунке 13, следует настраивать тогда, когда режим соответствует точке А. Более важным при настройке зарядного устройства является точность установки напряжения в точке А, которое должно быть в диапазоне напряжений от 2,25 до 2,30 В/элемент; однако, эта точность обычно не требуется во всем диапазоне нагрузок. Зарядное устройство, настроенное таким образом, никогда не повредит батарею, даже если его характеристика соответствует пунктирной кривой на рисунке 13.



Восстанавливающий заряд

Перед вводом аккумуляторной батареи в эксплуатацию, хранившейся в течение длительного времени, следует провести восстанавливающий заряд.

За исключением тех случаев, когда аккумуляторы хранились при высокой температуре, параметры восстанавливающего заряда должны быть следующими:

Срок хранения

6 месяцев

после производства

параметры восстанавливающего заряда

4-6 часов при постоянном токе 0,1С Ампер

или 15-20 часов при постоянном напряжении 2,45В/элемент

12 месяцев

после производства

8-10 часов при постоянном токе 0,1С Ампер

или 20-24 часа при постоянном напряжении 2,45В/элемент

Выравнивающий заряд после глубокого разряда

Если батарея была глубоко разряжена (ее называют «переразряженной») количество электричества, необходимое для ее заряда, обычно в 1,5-2 раза превышает ее номинальную емкость. В результате батарея, подвергшаяся глубокому разряду, требует большего времени заряда. В начальной стадии заряда ток, потребляемый батареей, меньше, чем ток первой фазы заряда (смотри рисунок 14), из-за повышенного внутреннего сопротивления «переразряженной» батареи. В течение 30 минут происходит постепенное снижение внутреннего сопротивления до нормальной величины и устанавливается нормальный ток заряда.

Рисунок 14. Характеристики заряда после глубокого разряда

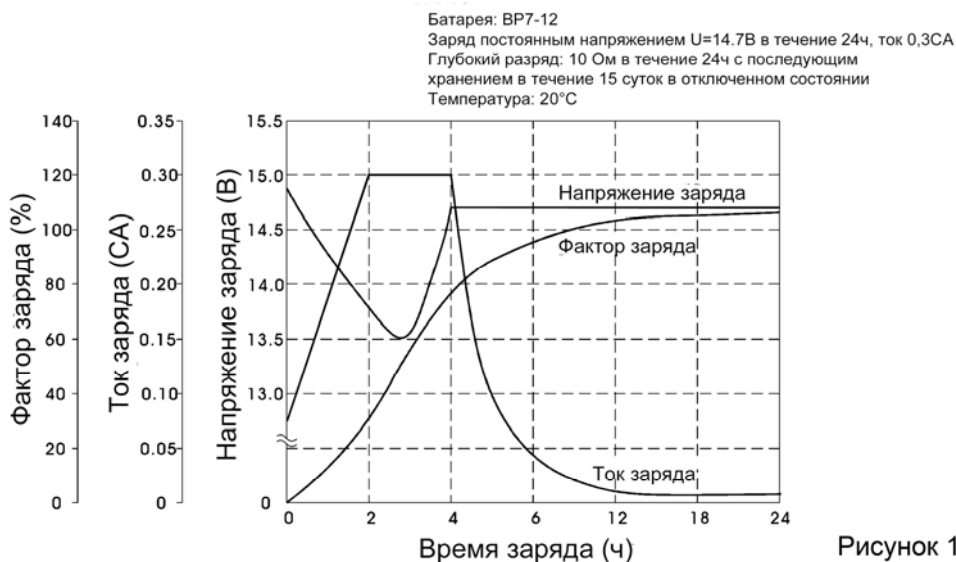


Рисунок 14

Если система управления зарядного устройства отслеживает состояние заряженности батареи по току, то при «переразряженной» батарее возможен автоматический переход в режим постоянного подзаряда до момента достижения полной заряженности батареи, что приведет к недозаряду батареи.

Температурная компенсация

С ростом температуры увеличивается скорость химических реакций в аккумуляторе и, наоборот, с уменьшением температуры их скорость снижается. Поэтому с ростом температуры напряжение заряда должно быть снижено, чтобы предотвратить перезаряд батареи, и, наоборот, со снижением температуры, напряжение заряда должно быть увеличено, чтобы избежать недозаряда. Поэтому для достижения максимального срока службы рекомендуется применять зарядные устройства, имеющие функцию температурной компенсации. Рекомендуемое значение для батарей серии ВР составляет $3\text{мВ}/^\circ\text{C}/\text{элемент}$ в режиме постоянного подзаряда и $4\text{мВ}/^\circ\text{C}/\text{элемент}$ в циклическом режиме. Номинальной температурой эксплуатации принято считать $+20^\circ\text{C}$. Рисунок 15 показывает зависимость между температурой и напряжением заряда как в циклическом режиме, так и в режиме постоянного подзаряда.

Рисунок 15. Зависимость напряжения заряда от температуры

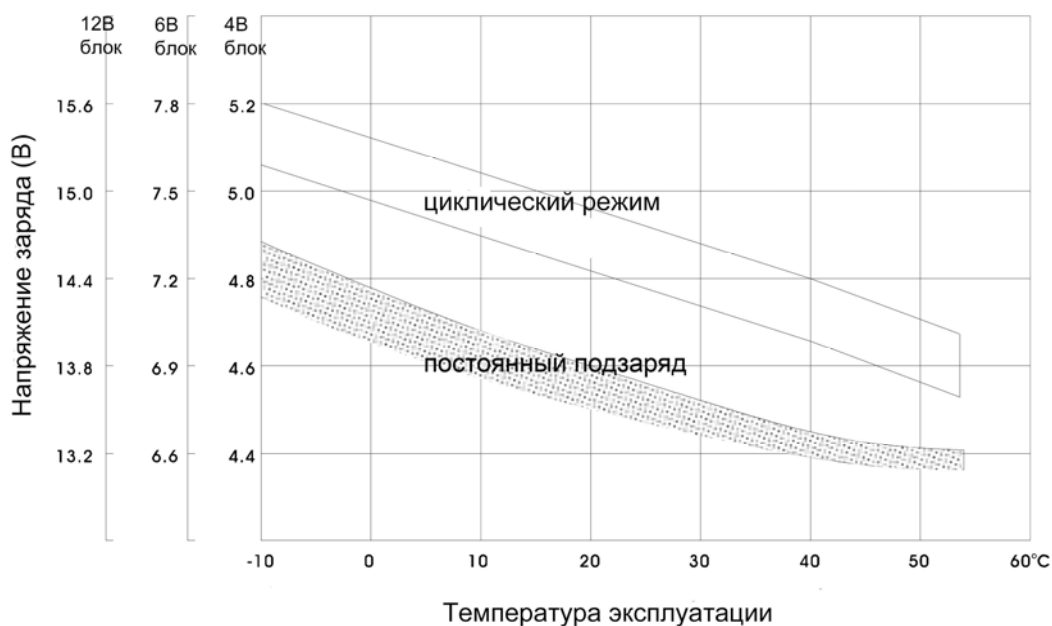


Рисунок 15

На практике возможно возникновение ситуаций, когда в течение короткого промежутка времени происходит изменение температуры эксплуатации в диапазоне от $+5^\circ\text{C}$ до $+40^\circ\text{C}$, при этом не требуется корректировки зарядного напряжения. Однако, целесообразно установить напряжение заряда согласно рисунку 15, которое будет соответствовать средней температуре аккумуляторной батареи в процессе эксплуатации. Если для заряда батареи будет применяться зарядное устройство с функцией температурной компенсации, то датчик температуры должен измерять температуру батареи, а не окружающей среды. Следует избегать дополнительного разогрева батареи и температурного датчика от других компонентов системы.

Эффективность заряда

Эффективность заряда рассчитывается по следующей формуле:

$$\eta = \frac{(Aч)_{Aч_во_время_разряда}}{(Aч)_{Aч_во_время_заряда}}$$

Эффективность заряда варьируется в зависимости от состояния заряженности батареи, температуры и интенсивности заряда. Рисунок 16 показывает в общих чертах эффективность заряда от состояния заряженности батареи.

Как показано на рисунке 17 батареи серии ВР имеют высокую эффективность заряда даже в режимах заряда малыми токами.

Рисунок 16. Зависимость эффективности заряда от состояния заряженности

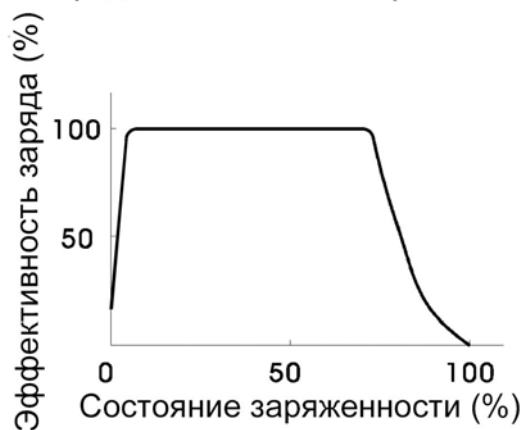


Рисунок 16

Рисунок 17. Эффективность заряда

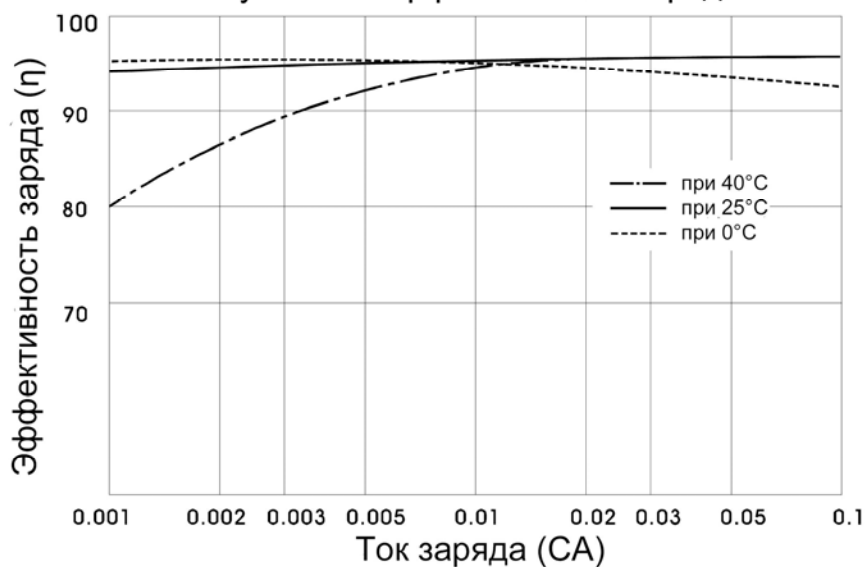


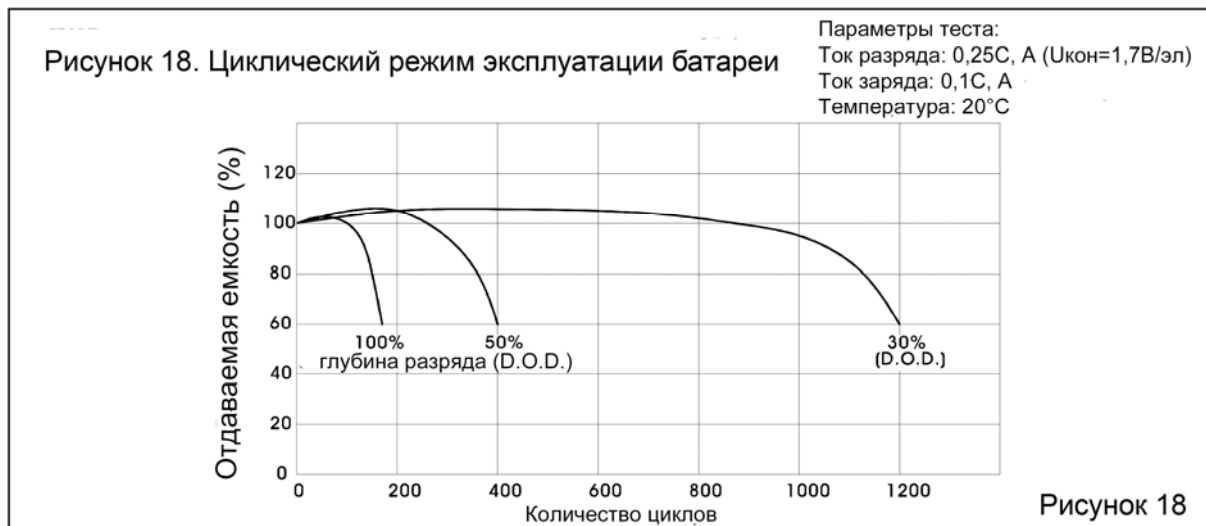
Рисунок 17

Расчетный срок службы аккумуляторов серии ВР

Циклический режим

Существует несколько факторов, которые оказывают влияние на продолжительность срока эксплуатации батареи. Основными являются: температура, при которой эксплуатируется батарея, величина тока нагрузки, глубина разряда, характеристика заряда.

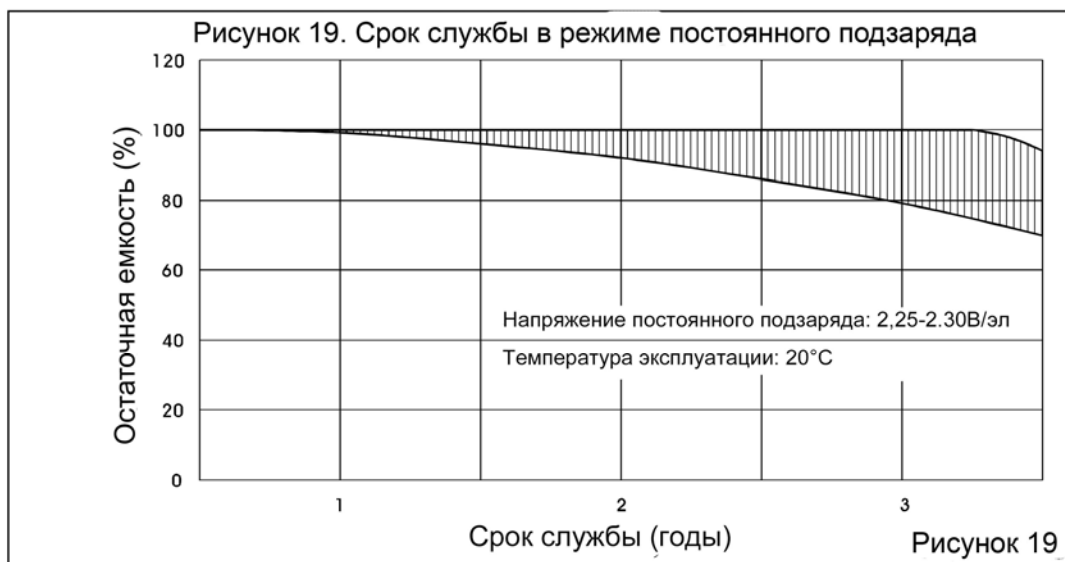
Наиболее важным параметром является глубина разряда аккумуляторной батареи. На рисунке 18 показана зависимость количества циклов заряд/разрядов батареи от глубины разряда.



На рисунке 18 прослеживается зависимость между глубиной разряда батареи и количеством циклов, которые может обеспечить аккумулятор. Если стоит задача обеспечить большое количество циклов заряд/разряд, обычно выбирается аккумуляторная батарея с большей емкостью, чем необходимо для обеспечения питания нагрузки в аварийном режиме. Таким образом, при одной и той же нагрузке глубина разряда батареи с большей емкостью будет меньше, соответственно, батарея сможет обеспечить большее количество циклов заряд/разряд.

Режим постоянного подзаряда

Срок службы аккумуляторов серии ВР при напряжении подзаряда 2,25 -2,30 В/эл и температуре окружающей среды +20°С составляет 5 лет. Рисунок 19 показывает зависимость остаточной емкости аккумулятора от срока службы в течение которого один раз в три месяца происходит разряд батареи со снятием 100% емкости (100% глубина разряда).



В нормальном режиме эксплуатации напряжение непрерывного подзаряда составляет $U=2,25-2,30\text{В/элемент}$ (Рисунок 20) при этом происходит процесс рекомбинации газов на отрицательных пластинах аккумулятора, молекулы воды возвращаются в состав электролита, не происходит высушивания аккумулятора; снижение емкости и вероятное окончание срока службы обусловлено коррозией электродов. Процесс коррозии ускоряется с ростом температуры и напряжения заряда. Когда проектируется система электропитания, необходимо иметь в виду, что срок службы будет зависеть от количества циклов заряд/разряда, глубины разряда, окружающей температуры и напряжения заряда.

