

Критерии выбора зарядных устройств для тяговых аккумуляторных батарей PzS (классические АКБ с жидким электролитом) и PzV (с гелиевым электролитом) .

На сегодняшний день ассортимент тяговых АКБ необычайно обширен.

Организация эксплуатирующая напольный электротранспорт, как правило, к АКБ предъявляет следующие требования:

1. Оптимальное время заряда АКБ
2. Максимально возможный срок эксплуатации АКБ
3. Минимизация затрат на электроэнергию при заряде и обслуживанию АКБ

Режимы эксплуатации АКБ можно разделить на следующие типы:

1. Одно, двух или трех сменная работа напольного транспорта
2. Легкий режим работы, глубина разряда до 60% C(5), температура электролита до 30*С
3. Интенсивный режим работы, глубина разряда 80% C(5) и выше, температура электролита более 30*С, большие ударные разрядные токи.
4. Возможность подзарядки во время работы.

В связи с выше перечисленным, правильный подбор зарядной станции к конкретному типу АКБ чрезвычайно важен.

Зарядные станции по своему принципу работы можно разделить на три типа:

1. Низкочастотные (50-60 Гц.) трансформаторные с неуправляемым выпрямителем. Возможна реализация только профилей типа W, WoWa.
2. Низкочастотные (50-60 Гц.) трансформаторные с управляемым выпрямителем.
3. Высокочастотные полностью управляемые инверторные. Возможна реализация всех существующих профилей заряда.

На территории стран постсоветского пространства, в силу своей дешевизны, наибольшее распространение получили зарядные станции первого типа.

В DIN 41772 приведены основные режимы заряда (профили).

W – характеристика (падающая):

W, Wa, WoWa, WU, WUWa. Это семейство характеристик формируют трансформаторные зарядные станции первого типа

U – характеристика:

U

I – характеристика:

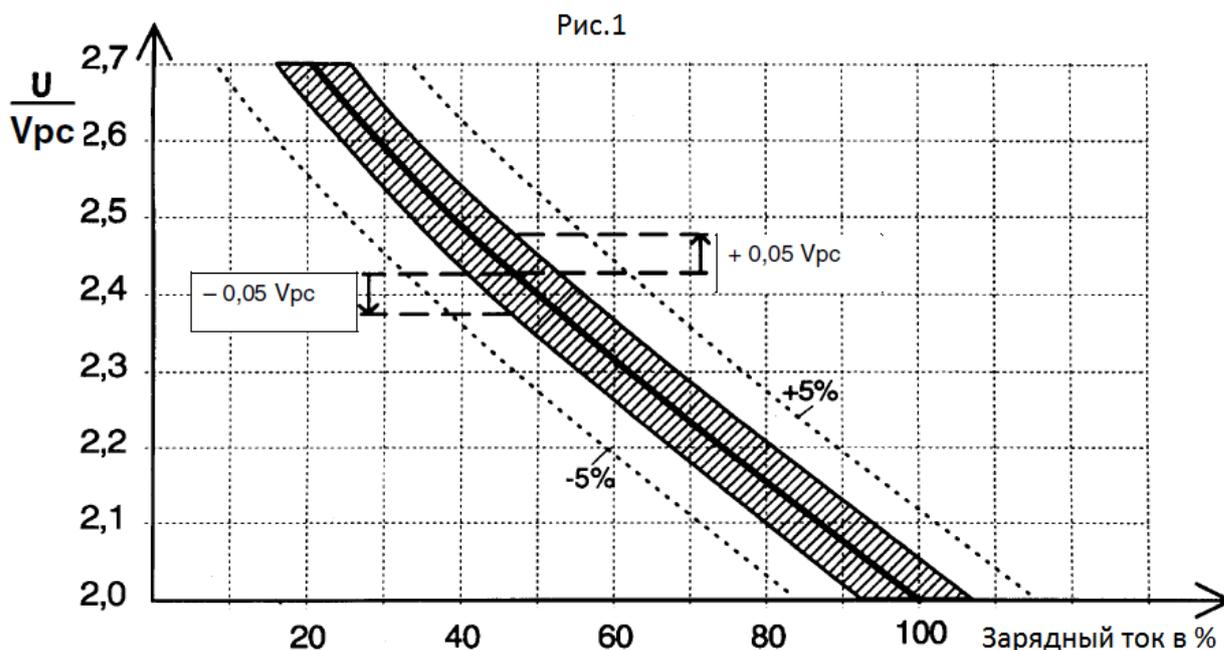
I, Ia, Iola, IU, IUW, IUla. Это семейство характеристик могут формировать зарядные станции второго и третьего типа (инверторные).

Где:

- Падающая характеристика зарядного тока, W
- Стабилизированное напряжение, U
- Стабилизированный ток, I
- Автоматическое переключение, o (ноль)
- Автоматическое отключение, a

Зарядные устройства реализующие вышеперечисленные характеристики (профили) заряда должны обеспечить требования допусков по выходным параметрам в соответствии с DIN 41773 для токов +/-2%, для напряжения +/-1%, для W характеристики в соответствии с DIN 41774: +/-0,05 Vpc .

При заряде свинцово-кислотных аккумуляторов трансформаторными нерегулируемыми (первый тип) зарядными станциями обеспечить требования DIN 41773, DIN 41774 сложно, так как зарядный ток зависит от изменения напряжения питающей сети не линейно (рис 1).



Взаимосвязь зарядный ток - напряжение для характеристики W с допустимым отклонением +/-0,05Vpc и влияние колебаний напряжения в сети на 5%

DIN 41774 (DK 621.314.63:621.382.2:621.355.2) стр. 2

“ Зарядные устройства не оборудованные средствами стабилизации выходных параметров имеют выходной ток зависящий от колебаний напряжения питания. Увеличение входного (питающего) напряжения ЗС на 5% приводит к неконтролируемому увеличению зарядного тока, при напряжении 2,0В/элемент на 15%, при 2,4В/элемент на 30%, а при 2,65В/элемент составляет около 50%.

Поэтому особенно после превышения напряжения газообразования (2,4В/элемент), увеличение питающего напряжения на 5% и продолжение заряда более 5 минут приводит к деградации АКБ....”

Проблема в большом числе случаев становится не разрешаемой при эксплуатации станций в условиях сегодняшнего состояния энергосистем предприятий постсоветского территориального пространства.

Ниже приведены изображения некоторых профилей в взаимосвязях параметрах напряжение, ток, время.

Рис 2.

1. W_a - характеристика для батареи с жидким электролитом

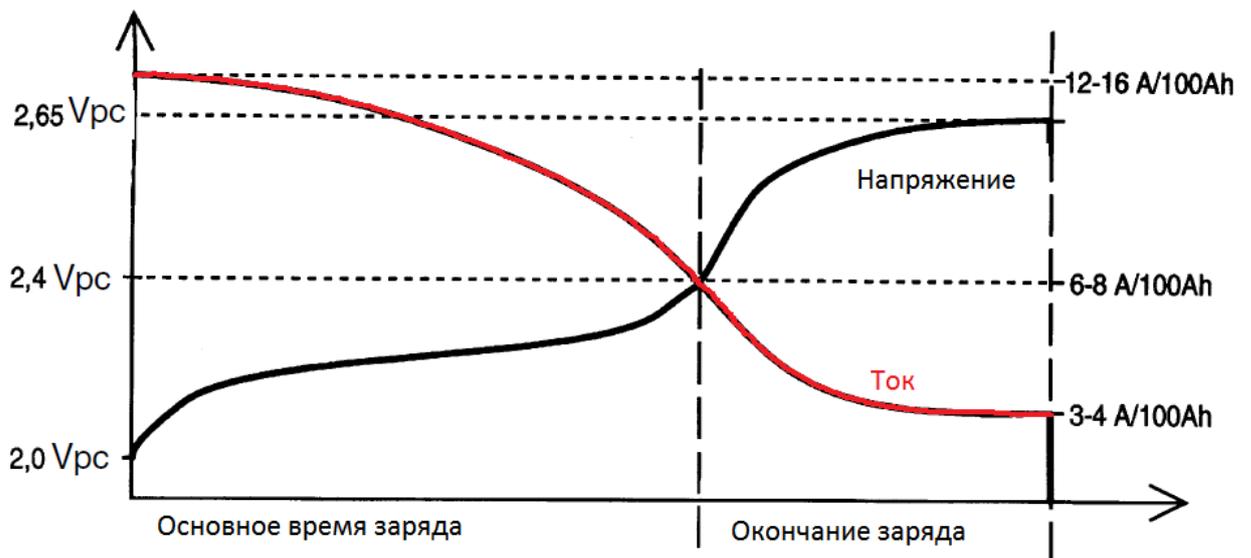


Рис 3.

2. W_oW_a - характеристика для батарей с жидким электролитом

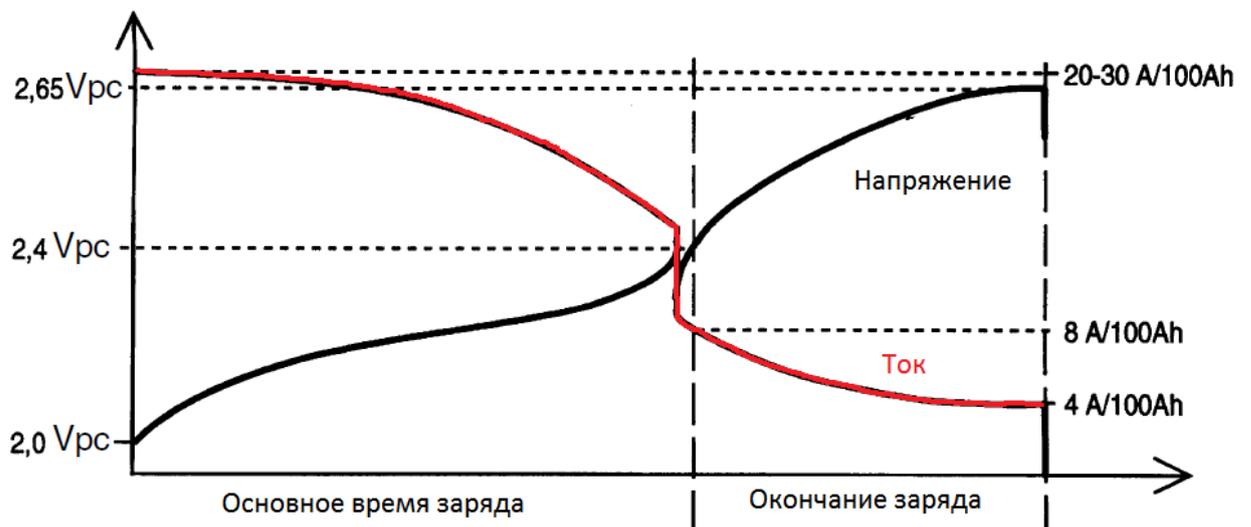
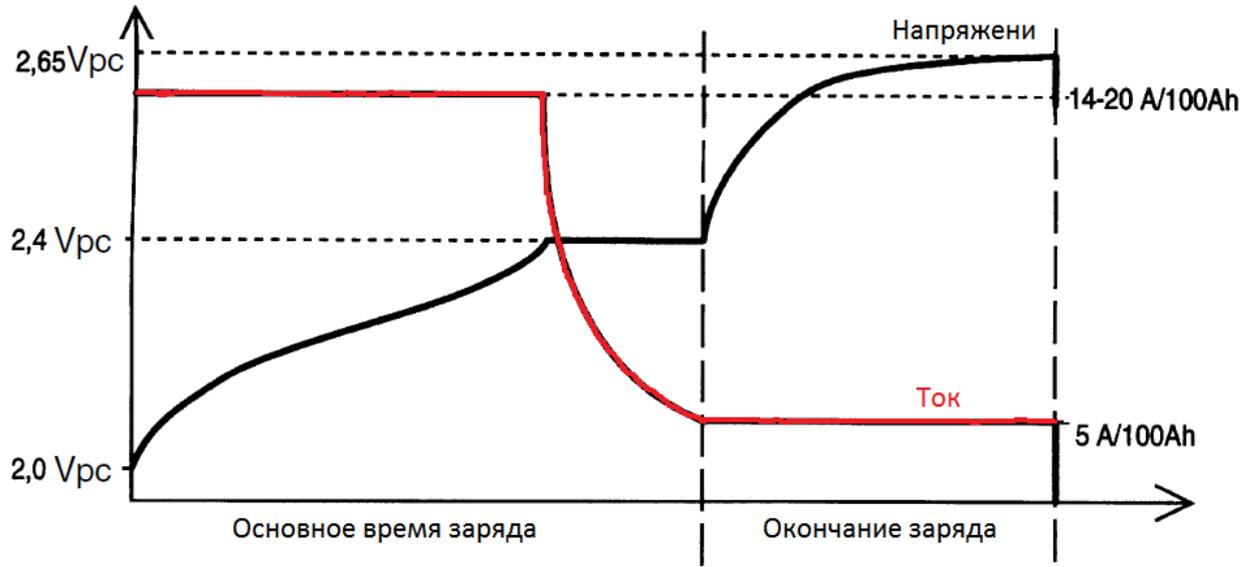


Рис 4.

3. IU1a- характеристика для батарей с жидким электролитом



4. IU1a - характеристика для батарей с гелиевым электролитом

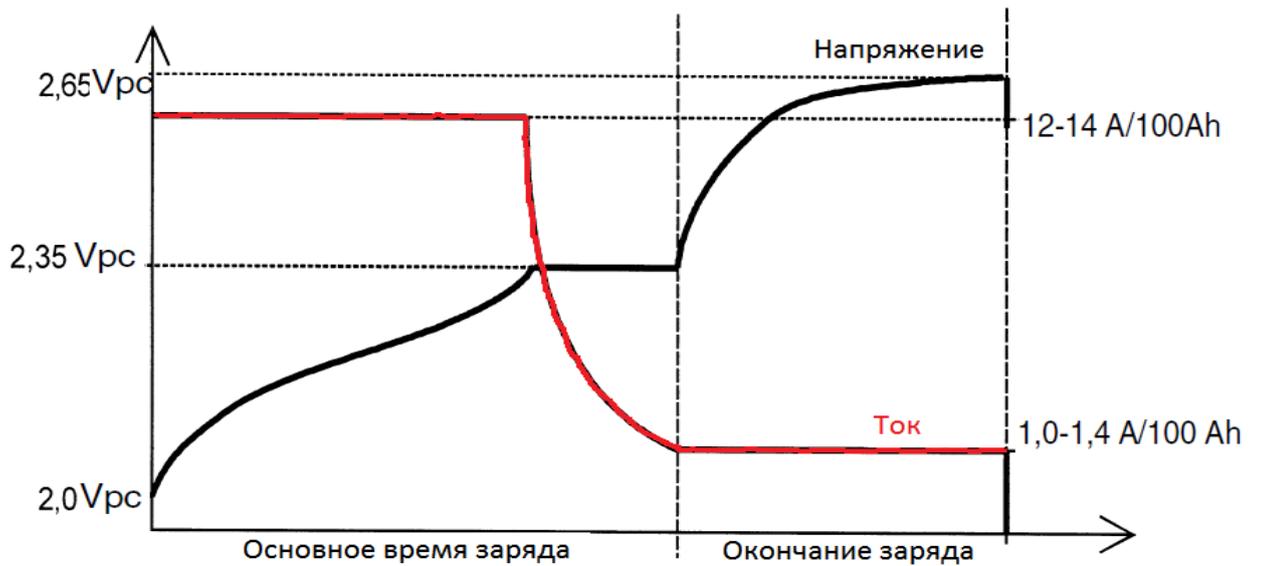


Рис 5.

Пример расчета критических значений тока формируемых зарядной станцией для АКБ емкостью 520 А*ч для различных профилей заряда.

Профиль Wa:

- Начало заряда от $12 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 62.4$ Ампер до $16 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 83$ Ампер
- Окончание заряда от $3 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 15.6$ Ампер до $4 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 20.8$ Ампер

Профиль WoWa:

- Начало заряда от $20 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 104$ Ампер до $30 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 156$ Ампер.
- Точка перелома (2,4 В), $8 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 41.6$ Ампер.
- Окончание заряда $4 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 20.8$ Ампер.

Профиль IUa:

- Начало заряда от $14 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 72$ Ампера до $20 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 104$ Ампера.
- Окончание заряда $5 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 26$ Ампер.

Профиль IUa (электролит- гель):

- Начало заряда от $12 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 62.4$ Ампера до $14 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 72.8$ Ампер.
- Окончание заряда от $1 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 5.2$ Ампера до $1,4 \text{ A/h} \cdot 5.2 = 7.28$ Ампер.

Выводы:

Характеристики типа W (W, Wa, WoWa, WU, WUWa) не являются оптимальными для заряда батареи и представляют по сути нагрузочную характеристику трансформатора. Участок от 2,4 Вольта до 2,65 Вольт наиболее опасен, требует повышенного внимания к температуре электролита особенно при нестабильном питающем напряжении.

Наиболее оптимальным является профиль IUa. При формировании характеристики IUa на начальном участке заряда устанавливается ток несколько ниже чем в профиле WoWa, что позволяет меньше нагружать АКБ, далее ведется заряд стабильным током, независимо от колебаний питающей сети, до напряжения 2,4 Вольта. При достижении напряжения 2,4 Вольт зарядная станция переходит в режим стабилизации напряжения 2,4 Вольт, при достижении зарядного тока $5 \text{ A}/100 \text{ Ah}$ зарядная станция опять переходит в режим стабилизации тока и при достижении напряжения 2,65 Вольт заряд прекращается. Как видно на критичном участке, от 2,4 Вольт до 2,65 Вольт, заряд производится стабильным, относительно небольшим током, не зависящим от колебаний питающей сети, что позволяет в некоторых случаях не производить контроль температуры электролита. При прочих равных условиях (емкость батареи, начальный ток заряда) реализация профиля IUa позволяет зарядить АКБ за минимальный промежуток времени и наиболее безопасным образом. При заряде батарей PzV (с гелиевым электролитом) вопрос выбора не стоит, заряд должен производиться только станцией стабилизирующей все выходные параметры. Также необходимо учитывать разницу в расходах на электроэнергию при заряде АКБ. К.П.Д. трансформаторных станций колеблется до 0,7 а инверторных до 0,95. Экономия 25% электроэнергии весьма существенна.

Ниже приведена сравнительная таблица:

	charging characteristics Wa		charging characteristics Wsa		charging characteristics W0Wa		charging characteristics IUla	
	charging time	charging time	charging time	charging time	charging time	charging time	charging time	charging time
	11 h	14 h	8 h	9 h	8 h	9 h	8 h	9 h
charger nominal current amp.	battery-capacity	battery-capacity	battery-capacity	battery-capacity	battery-capacity	battery-capacity	battery-capacity	battery capacity
	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)	Ah (C ₅)
15	90	125	83	93	54	68	75	94
20	125	165	111	123	71	91	100	125
25	155	210	139	154	89	114	125	156
30	190	250	167	185	107	136	150	188
40	250	335	222	247	143	182	200	250
50	310	415	278	309	179	227	250	313
60	375	500	333	370	214	273	300	375
70	435	585	389	432	250	318	350	438
80	500	670	444	494	288	364	400	500
90	560	750	500	556	321	409	450	565
100	625	830	556	617	357	455	500	625
110	680	920	611	679	393	500	550	688
120	750	1.000	667	741	429	545	600	750
130	800	1.080	722	802	464	591	650	813
140	875	1.165	778	864	500	638	700	875
150	930	1.250	833	926	536	682	750	938
160	1.000	1.330	889	988	571	727	800	1.000
170			944	1.049	607	773	850	1.063
180			1.000	1.111	643	818	900	1.125
190			1.056	1.173	679	864	950	1.188
200			1.111	1.235	714	909	1.000	1.250
210			1.167	1.296	750	955	1.050	1.313
220			1.222	1.358	786	1.000	1.100	1.375
230			1.278	1.420	821	1.045	1.150	1.438
240			1.333	1.481	857	1.091	1.200	1.500