



## Практические аспекты работы с электропогрузчиками\*

**А. АЛЕКСЕЕВ,**  
к.т.н., доц., директор  
филиала «Микро-Ф  
Запорожье»,

**О. СКЛЯРЕНКО,**  
директор филиала  
«Микро-Ф Харьков»

Известно, что погрузчики с асинхронным тяговым электроприводом значительно проще и дешевле в эксплуатации и обслуживании, чем аналогичные машины с двигателем внутреннего сгорания. Кроме того, существуют технологические процессы, в которых без применения электропогрузчиков просто не обойтись – например, в пищевой промышленности, при работе в закрытых помещениях и т.п. Но для того, чтобы электрическая техника служила долго и надежно, необходимо иметь нужное количество сменных аккумуляторных батарей (АКБ) и правильно за ними ухаживать.

### Преимущества переменного тока

Первоначально тяговый привод электропогрузчиков (ЭП) базировался на постоянном токе. Дорогое обслуживание и невысокая эксплуатационная надежность щеточно-коллекторного узла привели к тому, что во многих областях ЭП были вытеснены машинами с газобаллонным оборудованием. Однако, со временем развитие преобразовательной техники позволило создать погрузчики на переменном токе, вполне конкурентоспособные по цене. И сегодня машины с электроприводом активно отвоевывают утраченные позиции.

Украинские потребители уже успели оценить преимущества электропогрузчиков переменного тока – не только более низкую стоимость энергоносителя, но и простоту конструкции этих машин, которая обуславливает высокую надежность и сокращает потребность в техническом обслуживании (сервисный интервал может достигать 600 моточасов). Единственным узлом, по-прежнему требующим особого внимания, остается аккумуляторная батарея.

### Сколько необходимо комплектов батарей

Ответ на этот вопрос зависит от того, на какое время погрузчику хватает заряда одной батареи и как быстро может при необходимости зарядиться сменная.

Для более-менее точного определения межзарядного интервала необходимо знать циклограмму работы погрузчика, а этого, как правило, ни один заказчик предоставить не может. Кроме того, период между зарядами для одной и той же батареи при примерно одинаковых условиях эксплуатации может отличаться в 1,5 и более раза в зависимости темперамента оператора, а также интенсивности и режима работы машины (Ecopower, Normal, Power). Поэтому, чтобы знать, через какое время АКБ придется ставить на зарядку, зачастую приходится пользоваться общими соображениями и накопленным опытом.

## Основные отличия типов зарядных устройств

Табл. 1

Тип ЗУ	Wa (50 Гц)	WoWa (50 Гц)	I = const (импульсное)
Время заряда	12 ч.	10 ч.	8 ч.
Срок службы батареи	Почти не снижается (возможен недозаряд)	Снижается (высокие начальные токи - повышенная температура)	Номинальный
Стоимость ЗУ	Низкая	Средняя	Высокая

## Сопоставление технических характеристик зарядных устройств

Рис. 1

Если погрузчик эксплуатируется до 6 часов в день с умеренной интенсивностью, вполне можно приобрести для него стандартную батарею, если больше – лучше иметь усиленную. А если техника будет работать круглосуточно, требуемое количество батарей на один погрузчик можно оценить по формуле:

$$K = 1 + N_{\text{час}} \times (t_{\text{охл1}} + t_{\text{зар}} + t_{\text{охл2}}) / (t_{\text{раб}} \times (N_{\text{час}} - t_{\text{выр}})),$$

где:

$N_{\text{час}}$  – число часов в неделе ( $N_{\text{час}} = 168$  ч);

$t_{\text{охл1}}$  – продолжительность охлаждения батареи перед началом заряда;

$t_{\text{зар}}$  – продолжительность заряда батареи;

$t_{\text{охл2}}$  – продолжительность охлаждения батареи после окончания заряда;

$t_{\text{раб}}$  – продолжительность работы погрузчика на одной батарее;

$t_{\text{выр}}$  – продолжительность выравнивающего заряда.

При этом обязательно необходимо учитывать, в какой климатической зоне будет эксплуатироваться погрузчик и, исходя из этого, прогнозировать время на остывание электролита в рабочем цикле батареи.

### Сколько стоит зарядить батарею

Такой вопрос возникает у клиента при расчете экономической эффективности приобретения электропогрузчика. Если учитывать все влияющие факторы, то результатом будет громоздкая методика, неудобная для быстрых расчетов. Но с приемлемой точностью стоимость заряда можно оценить и по более простой формуле:

$$A = 1,3 \times U \times C_5 \times V_{\text{эл}} / 1000 + V_{\text{бат}} / N_{\text{ц}},$$

$1,3$  – эмпирический поправочный коэффициент, учитывающий КПД зарядного устройства с подсоединительными проводами, клеммами и АКБ;

$U$  – номинальное напряжение батареи, В;

$C_5$  – номинальная емкость батареи, Ач;

$V_{\text{эл}}$  – стоимость 1 кВт/ч электроэнергии;

$V_{\text{бат}}$  – стоимость АКБ;

$N_{\text{ц}}$  – число циклов, которое отработает батарея до списания.

Особенность данной формулы в том, что она учитывает амортизационные отчисления на батарею, имеющую сравнительно небольшой срок службы.

Следует также отметить, что стоимость заряда существенно зависит от цены электроэнергии, которая может отличаться в разное время суток. Например, в августе 2008 г. в Запорожье действовало три тарифа:

- ночной – 0,06 грн. за кВт/ч;
- полупиковый – 0,60 грн. за кВт/ч;
- пиковый – 1,06 грн. за кВт/ч.

Как видим, разница – почти в 18 раз. Поэтому конкретизация тарифа при расчетах обязательна.

Для примера рассчитаем стоимость одного заряда батареи для работающих в односменном режиме электропогрузчиков номинальной грузоподъемностью 1 т (АКБ 330 Ач, 48В, стоимость – 18 тыс. грн.) и 1,5 т (АКБ 400 Ач, 48В, стоимость – 26 тыс. грн.) при разных тарифах на электроэнергию. Причем предположим, что в процессе работы батарея разряжается не более чем на 70%, что позволяет эксплуатировать ее 1300 циклов заряд/разряд.

При ночном тарифе получится:

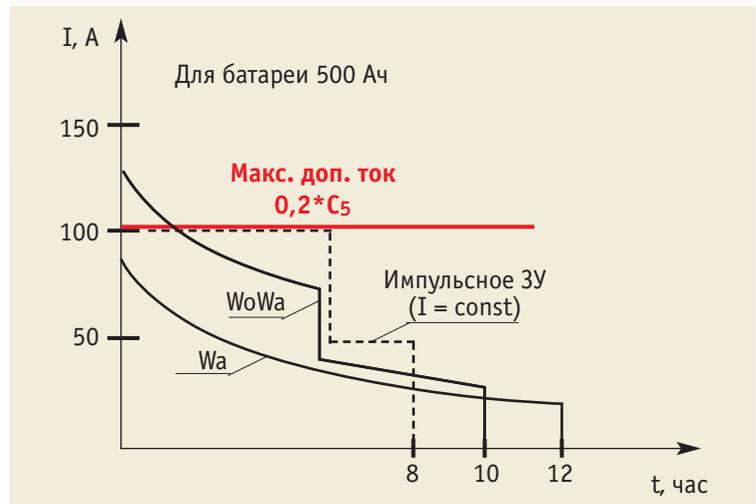
$$A_{1,0} = 1,3 \times 48 \times 330 \times 0,06 / 1000 + 18000 / 1300 = 1,24 + 13,85 = 15,09 \text{ грн.}$$

$$A_{1,5} = 1,3 \times 48 \times 400 \times 0,06 / 1000 + 25000 / 1300 = 1,49 + 19,23 = 20,72 \text{ грн.}$$

При полупиковом тарифе:

$$A_{1,0} = 1,3 \times 48 \times 330 \times 0,60 / 1000 + 18000 / 1300 = 12,36 + 13,85 = 26,21 \text{ грн.}$$

$$A_{1,5} = 1,3 \times 48 \times 400 \times 0,60 / 1000 + 25000 / 1300 = 14,98 + 19,23 = 34,21 \text{ грн.}$$



Видно, что использование ночного тарифа позволяет заметно снизить стоимость заряда АКБ. Хотя наибольший вклад в полученную цифру вносит стоимость одного цикла батареи, поэтому особое внимание следует уделять продлению срока ее службы. Следует отметить, что в практике встречаются электропогрузчики, работающие на одной батарее и по 10-15 (!) лет.

### Зарядные устройства и время заряда

От вида и качества зарядного устройства (ЗУ) также многое зависит. Сегодня на рынке их представлено большое количество. Но в принципе, все их можно разделить на два больших класса: низкочастотные (50 Гц) и импульсные (высокочастотные). Принципиальное отличие для конечного потребителя – во времени заряда батареи, стоимости ЗУ и его влиянии на срок службы АКБ (Табл.1).

Любое низкочастотное зарядное устройство будет заряжать батарею дольше, чем импульсное. Повышение скорости заряда низкочастотными ЗУ неизбежно сопряжено либо с увеличением их стоимости (усложнение схемы), либо с сокращением срока службы АКБ (повышение токов заряда).

Самыми простыми являются зарядные устройства, работающие по Ва-характеристике (Рис.1). Они заряжают батарею в течение 12 ч. и вполне подходят пользователям, у которых погрузчик работает в одну смену. Если же батарея должна быть готова к работе немного быстрее (за 10 ч.), лучше приобрести ЗУ, работающее по характеристике WoWa. Однако, следует учитывать, что применение такого типа устройств сопряжено с повышенными токами заряда, что может негативно сказаться на сроке службы батареи.

Наилучшим вариантом с точки зрения технических характеристик является импульсное ЗУ, позволяющее зарядить АКБ в кратчайшее время и в наиболее щадящем режиме. Поскольку заряд – это интеграл по времени от тока (площадь под кривой тока на Рис. 1), а импульсные зарядные устройства поддерживают ток на границе максимально допустимого, они быстрее сообщают батарее необходимое количество заряда.

К преимуществам импульсных ЗУ относится также возможность регулировки величины зарядного тока и контроля температуры электролита выносными термодатчиками. Это позволяет выдерживать температурный режим и продлить срок службы АКБ. Кроме того, устройства импульсного типа обладают значительно лучшими массогабаритными показателями (в 5–7 раз меньше и легче) и имеют возможность формирования зарядной кривой, подходящей для любого типа батареи.

Единственным минусом таких устройств является сравнительно высокая стоимость – вдвое выше, чем работающих по Ва-характеристике.



В летний период, когда температура воздуха достигает +35° – +40°С, на остывание батареи требуется гораздо больше времени, а зарядный ток должен быть снижен до минимума, что увеличивает время заряда. Общее время нахождения батареи на зарядной станции резко возрастает и становится неприемлемо большим. Для обеспечения непрерывности технологического процесса приходится сознательно идти на нарушение температурного режима АКБ, а это отрицательно сказывается на сроке ее службы.

В зимний период проблема перегретого электролита может смениться обратной – снижением емкости при пониженной температуре. Этот эффект будет проявляться тем заметнее, чем меньше задействован погрузчик в течение дня.

## Как продлить срок службы АКБ

Аккумуляторная батарея – наиболее дорогостоящий элемент электропозрузчика. Естественное желание заказчика – продлить срок ее службы. Правила, позволяющие добиться этого, достаточно просты. Они общеизвестны:

**1)** температура электролита не должна превышать +45°С.

Для этого перед началом заряда АКБ должна остыть до +30°С. Если в процессе заряда электролит нагрелся более чем до +45°С, необходимо прервать заряд, подождать, пока температура снизится до +30°С, а затем заряд продолжить. Когда батарея полностью заряжена, ей снова нужно дать остыть до +30°С.

Как отмечалось выше, летом, когда температура воздуха достигает +35° – +40°С, выполнение этих условий становится достаточно сложным. Но, очевидно, стоит приложить некоторые условия, чтобы АКБ прослужила дольше;

**2)** не следует допускать глубокого разряда батареи.

Влияние этого фактора на срок службы АКБ иллюстрирует Табл. 2, которая приводится в технических паспортах на АКБ фирмы GS.3) плотность электролита в конце заряда должна составлять 1,27–1,28 г/см<sup>3</sup>.

Как перезаряд, так и недозаряд сокращают срок службы батареи.

Чтобы батарея служила как можно дольше, необходимо:

- соблюдать рекомендованный температурный режим;
- проводить выравнивающий заряд раз в неделю (при трехсменной работе) или сразу после глубокого разряда (если это произошло);
- стараться заряжать батарею небольшими токами (не более 0,2С5);
- пользоваться исправным ЗУ (вреден как недозаряд, так и перезаряд);
- поддерживать достаточный уровень электролита;
- содержать поверхности батареи в чистоте;
- избегать тряски и ударов при эксплуатации (т.е. иметь ровные напольные покрытия в складе, использовать пневматические колеса).

Таким образом, современный электропозрузчик на переменном токе сочетает в себе простоту конструкции, надежность и низкую стоимость обслуживания. Единственным узлом, требующим повышенного внимания, является аккумуляторная батарея. Технически грамотное ее обслуживание позволяет снизить себестоимость одного заряда, а также обеспечить непрерывность технологического процесса. Специалисты ООО «Микро-Ф», имея богатый практический опыт, готовы проконсультировать клиентов по всем вопросам, связанным с подбором и эксплуатацией складской электрической техники.

Большинство приведенных в статье практических рекомендаций основаны на результатах исследований режимов работы электропозрузчиков Nichiyu на заводах группы предприятий «ВВН Украина». Компания «Микро-Ф» выражает признательность руководству «ВВН Украина» за предоставленные возможности. Отдельная благодарность за проявленный активный интерес к изучению проблем эффективного использования электропозрузчиков и за непосредственное участие в разрешении возникавших вопросов – Эдуарду Баженову, Леониду Переверзеву, Андрею Райкевичу и Марине Мартынюк.

## Плотность электролита

Показателем степени заряда аккумуляторной батареи является плотность электролита – она должна составлять 1,27–1,28 г/см<sup>3</sup> при 20°С. Если температура отличается от номинальной, нужно внести поправку с учетом того, что плотность падает примерно на 0,007 г/мм<sup>3</sup> при повышении температуры электролита на каждые 10°С. Эта поправка не так уж мала. Например, пониженная плотность 1,26 при 50°С фактически соответствует нормальной 1,28 при 20°С.

Формула для расчета плотности, приведенной к 20°С, имеет следующий вид:

$$\rho_{20} = \rho_{\text{изм}} + (t_{\text{изм}} - 20) \times 0,0007, \text{ где:}$$

$\rho_{20}$  – плотность, приведенная к температуре +20°С;

$\rho_{\text{изм}}$  – измеренная плотность;

$t_{\text{изм}}$  – температура, при которой производились измерения.

## Особенности сезонной эксплуатации

Общеизвестно, что повышенная температура электролита (более +45°С) является одним из основных факторов, снижающих срок службы аккумуляторной батареи. В процессе заряда электролит нагревается на 10–15°С. Чтобы удержать температуру в требуемых рамках, следует давать время на остывание батареи перед зарядом и после, либо заряжать ее меньшими токами.

## Срок службы АКБ в зависимости от глубины разряда

Табл. 2

Глубина разряда, %	Число циклов заряд/разряд	Срок службы, лет (1 смена, 5-дневка)
100	700	2,6
90	900	3,0
80	1100	3,3
75	1200	4,0
70	1300	4,3
60	1500	5,0
50	1800	6,0



ООО «Микро-Ф»,  
официальный дилер ТМ NICHIIYU в Украине  
www.mikro-f.com  
Львов (032) 242-00-40  
Киев (044) 461-87-87  
Донецк (062) 345-26-73  
Запорожье (061) 222-41-51  
Харьков (057) 758-79-00  
Ровно (036) 263-80-90