

В.И. Калашников /к.т.н./, А.О. Хмара

ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет» (Донецк)

АНАЛИЗ ТЕНДЕНЦИЙ РАЗВИТИЯ ЗАРЯДНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Развитие теории и практики применения электромобилей поставило на повестку дня их серийное производство. Для использования электромобилей важным требованием является доступность их зарядки как в домашних условиях, так и в населенных пунктах. Поэтому в данной работе описан анализ тенденций развития зарядных устройств электромобилей.

Ключевые слова: зарядка, зарядное устройство, тип разъема, стандарт разъема.

Постановка проблемы

Заправка электромобиля отличается от заправки обычного авто. Главным преимуществом электромобилей является возможность заряжать их в любом месте, где есть обычная электросеть. Важно понимать, что тяговая батарея в электромобиле использует постоянный ток (DC), а в электрической сети используется переменный ток (AC). Таким образом, в случае использования зарядной станции переменного тока применяется бортовое зарядное устройство электромобиля, которое преобразует переменный ток зарядной станции в постоянный, которым и заряжается тяговая батарея. Сегодня уже большинство электромобилей приспособлены для зарядки как переменным, так и постоянным током [1].

Существуют стандартные электронные устройства для заряда электромобилей, регулируемые МЭК (Международная электротехническая комиссия). На сегодняшний день IEC 62196 выступает одним из основных международных стандартов. Он определяет главные характеристики, включая виды соединителей (штепсельные вилки, сетевые розетки, входы питания электромобиля), режимы подзарядки током, настройки подключения и требования соблюдения норм и правил безопасности [2].

Анализ последних исследований и публикаций

В настоящее время электромобили уступают привычным для нас авто своим небольшим ассортиментом, а также временем, необходимым для их зарядки. В последнее время появилась информация о разработках быстро заряжающихся батарей. Израильский стартап StoreDot, известный разработкой быстро заряжающихся батарей, объявил о создании новой модели для электромобилей в 2015 году. В компании утверждают, что разработанная ими батарея для электромобилей способна полностью зарядиться всего за 5 минут

и обеспечит машине запас хода приблизительно в 480 километров. В разработанной компанией StoreDot технологии FlashBattery используются слои наноматериалов и запатентованные органические компоненты. Также в компании утверждают, что FlashBattery безопаснее, чем литий-ионные аккумуляторы, так как устройство невоспламеняющееся и обладает повышенной температурой горения. Ожидается, что первый электромобиль с батареей от StoreDot появится в ближайшее время. Сейчас на зарядку батарей электромобиля уходит не так много времени, например, станции Tesla Supercharger способны полностью зарядить батарею машины примерно за 2 часа [3]. Исходя из этого, анализ зарядных устройств различных фирм-производителей является весьма актуальным.

Цель (задачи) исследования

Целью настоящей работы является классификация зарядных устройств по уровню мощности; классификация типов разъемов зарядных устройств; анализ тенденций развития зарядных устройств электромобилей.

Основной материал исследования

Зарядные устройства разделяются по уровням мощности, в США их называют Level 1, 2, 3.

Level 1 – это самая медленная зарядка переменным током до 16 А и напряжением 120 В, пиковая мощность 2 кВт. Для среднего электромобиля время заряда около 12 часов до полной зарядки. С такой скоростью любой автомобиль можно заряжать без специальной инфраструктуры, просто вставив адаптер в розетку.

Level 2 – это зарядка переменным током до 30 А и напряжением 240 В, пиковая мощность 7 кВт.

Level 3 – самая мощная, быстрая зарядка. 300...600 В, 100 и более ампер. Зарядка способна зарядить автомобильную батарею от 0 до 80 % за 30 минут [4].

В Европе похожая ситуация – стандарт IEC 62196 определяет следующие режимы зарядки (Mode 1, 2, 3, 4):

Mode 1 – это прямое пассивное подключение к электросети переменного тока. Подключение не требует дополнительных управляющих устройств. Это домашняя зарядка от стандартной розетки с простым удлинителем, без каких-либо мер безопасности [1...4]. Зарядка осуществляется переменным током 16 А и напряжением 240 В с пиковой мощностью до 4 кВт.

Mode 2 – прямое подключение транспортного средства к сети питания переменным током, т. е. зарядка в домашних условиях от обычной розетки, но с использованием специального адаптера. Обычно он идет в комплекте с новым электромобилем. Этот адаптер обеспечивает заземление, защиту от резкого перепада напряжения, температурную защиту. Адаптеры Mode 2 гарантируют средний уровень безопасности и являются минимальной нормой для зарядки авто. Зарядка осуществляется переменным током до 32 А и напряжением 240 В.

Mode 3 – это активное подключение электромобиля к проводной зарядной станции переменного тока с заземлением и приборами управления, а также адаптером с дополнительными токопроводящими жилами. Зарядная станция режима Mode 3 дает возможность получать более высокий уровень энергии, чем в режиме Mode 2. Протоколы безопасности идентичны. Зарядка осуществляется 3-фазным переменным током до 63 А, напряжением 690 В, с пиковой мощностью до 43 кВт [1]. При этом стандарт IEC 62196 описывает два типа применяемых разъемов. Их внешний вид представлен на рис. 1.

Режим Mode 3, Тип 1 (см. рис. 1а) – однофазные разъемы. Максимальная допустимая мощность 7,2 кВт. Другое название данного разъема SAE J1772.

Режим Mode 3, Тип 2 (см. рис. 1б) – трехфаз-

ные разъемы. Другое распространенное название такого разъема Mennekes – по названию разработавшей его компании. Максимальная допустимая мощность 43 кВт. При использовании зарядной станции режима Mode 3 нужно обязательно обращать внимание на то, какая имеется фактически доступная мощность. Обычно эта информация указывается на конкретной станции (наклейка) или в системе коммерческого оператора [5].

Mode 4 – подключение электромобиля к проводной станции постоянного тока. Оборудование для зарядки электромобилей является промежуточным звеном между источником питания и зарядным портом транспортного средства. Его роль заключается в том, чтобы подать постоянный ток в автомобиль безопасно и быстро. В зарядных станциях постоянного тока зарядное устройство является частью станции, а не автомобиля [1].

Быстрая зарядка постоянным током допускает зарядный ток до 400 А напряжением 600 В с максимальной пиковой мощностью до 240 кВт.

Сегодня существует два вида станций постоянного тока – CHAdeMO и CCS (Combined Charging System). Обобщающие термины – «комплексы экспресс-зарядки», или «быстрые зарядные станции».

CHAdeMO – изначально японская разработка, сегодня применяется на электромобилях Nissan, Mitsubishi Motors и Kia.

CCS – европейская разработка, применяется на электромобилях BMW и Volkswagen.

Их внешний вид показан на рис. 2.

CHAdeMO и CCS используют разные виды разъемов и коммуникационных протоколов. Технически CHAdeMO использует CAN (локальную сеть контроллеров), а CCS – PLC (программируемый логический контроллер) для обмена данными между зарядной станцией и электромобилем. Сегодня на рынке представлены также комплексы экспресс-зарядки, в которых оба стандарта совмещены в одном устройстве.



Рис. 1. Типы разъемов для режима Mode 3: а – Тип 1; б – Тип 2



Рис. 2. Типы разъемов для режима Mode 4

	Тип 1 / USA	Тип 2 / Европа	GB / China
AC	 SAE J1772 / IEC 62196-2	 IEC 62196-2	 GB Part 2
DC	 IEC 62196-3	 IEC 62196-3	 GB Part 3 / IEC 62196-3
COMBO	 SAE J1772 / IEC 62196-3	 IEC 62196-3	

Рис. 3. Основные стандарты зарядки без Tesla и японского CHAdeMO

Технически режим Mode 4 позволяет зарядить тяговую батарею электромобиля до 100 %, однако физически зарядка последних примерно 20 % емкости требует существенно больше времени, т. к. идет балансировка ячеек (отдельных аккумуляторов тяговой батареи). В этой связи большинство станций настроены на заряд тяговой батареи до 80 % ее емкости для оптимизации временных затрат.

Обособленно в ряду серийно выпускаемых электромобилей стоит TeslaMotors. Компания развивает собственную сеть комплексов экспресс-зарядки – Tesla Supercharger.

Это закрытый стандарт TeslaMotors зарядки постоянным током, станции совместимы только с электромобилями производства TeslaMotors [5].

В США стандарт для большей части автомобилей – SAE (J1772). Быстрая зарядка по стандарту допускает постоянный ток с напряжением 500 В и силой тока до 200 А, то есть мощностью 100 кВт.

По решению Европейской Комиссии в Европе основным стандартом является Тип 2. Основные стандарты зарядки для США, Европы и Китая представлены на рис. 3.

В Китае используется разъем GB/T 20234, часто называемый просто GB/T. Он похож на европейский Mennekes, но с ним не совместим.

На рис. 4 представлены стандарты быстрой зарядки постоянным током в разных странах.

Для зарядки постоянным током в Европе предложен разъем SAE Combo2. Он аналогичен американскому SAE Combo, однако сделан не по стандарту J1772, но совместим с Mennekes.

IEC DC Charging Systems

	System A CHAdeMO (Japan)	System B GB/T (PRC)	System C	
			COMBO1 (US)	COMBO2 (DE)
Connector				
Vehicle Inlet				
Communication Protocol	CAN		PLC	

Рис. 4. Стандарты быстрой зарядки постоянным током в разных странах

Выводы

В Старом и Новом свете ситуация со стандартами быстрых зарядок похожая. Японские производители поддерживают CHAdeMO, одинаковый во всем мире, у Tesla свой стандарт, но разный для США и Европы, все остальные производители продвигают в США SAE Combo, а в Европе – SAE Combo2. Ключевое разделение зарядок по уровню мощности: обычные и быстрые зарядки. Обычные зарядки – Level 1, Level 2 для США; Mode 1, Mode 2 для Европы. Быстрые – Level 3 в США; Mode 3, Mode 4 в Европе. На сегодня имеется тенденция замещения зарядных станций переменного тока зарядными станциями постоянного тока.

Список литературы

1. Способ зарядки электромобилей – как это всё работает [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ecotechnica.com.ua/stati/786-sposoby->

zaryadki-elektromobilej-kak-eto-vse-rabo aet.html

2. Зарядка электромобиля: где и как правильно «заправлять» электрокар, особенности домашних зарядных устройств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https:// ecotechnica.com.ua/stati/2761-pravilnyj-podkhod-k-pod-zaryadke-elektromobilya.html](https://ecotechnica.com.ua/stati/2761-pravilnyj-podkhod-k-pod-zaryadke-elektromobilya.html)

3. Электромобили смогут полностью заряжаться за 5 минут [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gearmix.ru/archives/35948>

4. Что нужно знать о типах зарядок для электромобилей [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://autogeek.com.ua/chto-nuzhno-znat-o-tipah-zaryadok-dlya-elektromobilej/>

5. Типы зарядок электромобилей: какой выбрать, чтобы заряжаться в Украине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://autogeek.com.ua/tipyi-zaryadok-elektromobilej-kakoy-vyibrat-chtobyi-zaryazhatsya-v-ukraine/>

V.I. Kalashnikov /Dr. Sci. (Eng.), A.O. Khmara
Donetsk National Technical University (Donetsk)

ANALYSIS OF DEVELOPMENT TRENDS OF CHARGING DEVICES FOR ELECTRICAL VEHICLES

Background. Today, there is a pronounced trend of the world automotive industry leaders to create and sell electric vehicles. Undoubtedly, in the not too distant future, the electric vehicles will own the road space. The main advantage of electric vehicles is the ability to charge them anywhere where there is a conventional household electricity network. But each company offers its own product.

Materials and/or methods. The design of both the chargers and cable connectors still differs. Manufacturers in Japan, China, Europe and the USA offer their types of connectors. The problem is that today there are many types of chargers both AC and DC. Unification and classification needed. This is especially important for AC chargers. Today they are the most common. DC chargers are just beginning to come out on the market, but there are already many types of them from different companies.

Results. Thus, we can divide chargers by power level: normal and fast chargers. Normal chargers – Level 1, Level 2 for the US; Mode 1, Mode 2 for Europe. Fast chargers – Level 3 in the USA; Mode 3, Mode 4 in Europe.

Conclusion. Slowly, manufacturers are moving from AC chargers to DC chargers (also called fast chargers), where the battery charged at 80 % in about 30 minutes. Both in the Old and New World, there is a very similar situation with the standards of fast charging. Japanese manufacturers support CHAdeMO standard, which is the same all over the world. Tesla has its own standard but different for the US and Europe. All other manufacturers promote SAE Combo in the US and SAE Combo2 in Europe.

Keywords: charging, charger, connector type, connector standard.

Сведения об авторах

В.И. Калашников

SPIN-код: 8002-9286
 Author ID: 855701
 ORCID iD: 0000-0001-5116-1486
 Телефон: +380 (71) 334-92-91
 Эл. почта: viktor_kalashnikov@donntu.org

А.О. Хмара

Телефон: +380 (71) 427-71-62
 Эл. почта: anton.xmara@yandex.ua

*Статья поступила 02.03.2018 г.
 © В.И. Калашников, А.О. Хмара, 2018
 Рецензент д.т.н., проф. Э.Г. Куренный*