

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Некоммерческое акционерное общество
«Алматинский университет энергетики и связи имени
Гумарбека Даукеева»**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Казанский государственный энергетический университет»**

**ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

**Международная научно-техническая конференция
(Алматы, Казань, 20-21 октября 2022 г.)**

Электронный сборник научных статей по материалам конференции

В трех томах

Том 1

Алматы, Казань

2023

УДК 620+004+378
ББК 31.1+32.81+74.48
М43

Рецензенты:

д-р техн. наук, профессор кафедры «Гидроэнергетика и возобновляемые источники энергии»
Национального исследовательского университета «МЭИ» К.В. Суслов

д-р экон. наук, зав. сектором «Экономика энергетики» Института энергетики Национальной
академии наук Беларуси Зорина Т.Г.

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов, С.С. Сагинтаева, И.Г. Ахметова, А.А. Саухимов, Ю.С. Валеева,
Р.С. Зарипова, Ж.Б. Суйменбаева

М43 Международная научно-техническая конференция «Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование»: электронный сборник научных статей по материалам конференции: [в 3 томах] / ред.кол. Э.Ю. Абдуллазянов, С.С. Сагинтаева, И.Г. Ахметова, А.А. Саухимов, Ю.С. Валеева, Р.С. Зарипова, Ж.Б. Суйменбаева. – Казань: КГЭУ, 2023. – Т. 1. – 621 с.

ISBN 978-5-89873-615-6 (т. 1)
ISBN 978-5-89873-618-7

В электронном сборнике представлены научные статьи по материалам Международной научно-технической конференции «Энергетика, инфокоммуникационные технологии и высшее образование» по следующим научным направлениям:

1. Теплоэнергетика и теплотехнологии;
2. Электроэнергетика;
3. Радиотехника, электроника и телекоммуникации;
4. Энергообеспечение сельского хозяйства;
5. Промышленная и экологическая безопасность;
6. Математическое моделирование и системы управления;
7. Информационные технологии и кибербезопасность;
8. Космическая инженерия и робототехника;
9. Социально-политическое и культурное развитие Евразии;
10. Экономика знаний как фактор инновационного развития высшего образования.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в области энергетики, а также для обучающихся образовательных учреждений энергетического профиля.

Статьи публикуются в авторской редакции. Ответственность за содержание статей возлагается на авторов.

УДК 620+004+378
ББК 31.1+32.81+74.48

ISBN 978-5-89873-615-6 (т. 1)
ISBN 978-5-89873-618-7

© КГЭУ, 2023

высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С. 160-171.

[14] Савенко А.Е, Савенко П.С. Колебания мощности в единых судовых электроэнергетических системах с гребными электрическими установками // Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С. 172-183.

[15] Булатов Ю.Н., Крюков А.В., Суслов К.В. Исследование режимов работы изолированной системы электроснабжения с управляемыми установками распределенной генерации, накопителями электроэнергии и двигательной нагрузкой Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С. 184-194.

[16] Абдуллазянов Э.Ю., Грачева Е.И., Горлов А.Н., Шакурова З.М., Табачникова Т.В., Валтчев С. Алгоритмы оценки эквивалентных сопротивлений внутризаводских электрических сетей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 4. С. 3-13.

УДК 621.311.61

СРАВНЕНИЕ СИСТЕМ ЗАРЯДА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Кинёв Данил Вячеславович ¹, Лобанов Данил Евгеньевич ², Матвеев Александр
Сергеевич ³, Афиногентов Денис Александрович ⁴

^{1,2,3,4}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹danil.kineff@yandex.ru, ²danik.lobanov.2013@mail.ru, ³sasha_12_sasha@mail.ru,

⁴denisafal@mail.ru

***Аннотация.** По мере увеличения количества электромобилей во всем мире растет необходимость в создании более энергоэффективных систем зарядной инфраструктуры, способных заряжать автомобили быстрее, чем когда-либо прежде. Новые электромобили имеют больший радиус действия и большую емкость аккумуляторов, чем их предшественники, что обуславливает необходимость разработки решений для быстрой зарядки постоянным током, а также для удовлетворения требований к быстрой зарядке. В статье представлен обзор литературы по различным технологиям зарядки электромобилей и был проведен сравнительный анализ систем.*

***Ключевые слова:** электромобиль, электрозаправка, быстрая зарядная станция.*

COMPARISON OF CHARGING SYSTEMS OF ELECTRIC STATIONS FOR ELECTRIC CARS

Kinev Danil Vyacheslavovich ¹, Lobanov Danil Evgenievich ², Matveev Alexander Sergeevich ³, Afinogenov Denis Alexandrovich ⁴

^{1,2,3,4} Kazan State Power Engineering University, Kazan, Republic of Tatarstan

¹*danil.kineff@yandex.ru*, ²*danik.lobanov.2013@mail.ru*, ³*sasha_12_sasha@mail.ru*,

⁴*denisafal@mail.ru*

***Annotation.** As the number of electric vehicles around the world increases, there is a growing need for more energy-efficient charging infrastructure systems capable of charging cars faster than ever before. New electric vehicles have a longer range and a larger battery capacity than their predecessors, which necessitates the development of solutions for fast charging with direct current, as well as to meet requirements for fast charging. The article presents a review of the literature on various charging technologies of electric vehicles and a comparative analysis of systems was carried out.*

***Key words:** electric vehicle, electric power station, fast charging station.*

Введение

Электромобили имеют длинную историю, но пока не достигли нынешнего уровня широкого распространения. Эта отрасль становится приоритетной в большинстве мегаполисов в период 1832-1839 годов. В 19 веке продажи электромобилей были выше, чем автомобилей, работающих на газе, поскольку их технология не требовала переключения передач, не имела вибрации и шума, связанных с автомобилями, работающими на бензине. С 1930 по 1960 год были "мертвыми годами" для электромобилей из-за более дешевой технологии автомобилей с бензиновым двигателем и обнаруженных шоссе, для которых необходимы автомобили, едущие на большие расстояния. Инфраструктура зарядки электромобилей крайне необходима для роста рынка электромобилей во всем мире. Другими словами, наличие инфраструктуры общественного транспорта является критическим фактором, поскольку дальние поездки не могут быть осуществлены из-за ограниченного диапазона хода электромобилей. Согласно росту объемов производства и снижению стоимости батарей в ближайшие годы электромобили приблизятся к ценовой конкурентоспособности по сравнению с обычными автомобилями. За последние несколько лет электромобили прошли путь от новой технологии без массового производства до быстрорастущей части рынка транспортных средств. Правительства всех стран нашли программы по стимулированию строительства зарядной инфраструктуры с помощью нормативных актов, стимулов и партнерских отношений. Тем не менее, существует сравнительно небольшой консенсус относительно оптимального распределения зарядной инфраструктуры и взаимосвязи между

распространением электромобилей и зарядной инфраструктурой. Электрификация транспорта рассматривается как существенный шаг к достижению целей по обеспечению независимости климата, энергии и качества воздуха [1,7].

Основная часть

Зарядная станция - это часть сетевой инфраструктуры, установленная вдоль улицы, на парковке или в домашнем гараже. Основное назначение - подача электроэнергии на электромобиль для зарядки аккумулятора. Зарядная инфраструктура делится на три категории в зависимости от скорости: Уровень 1, Уровень 2 и быстрая зарядка постоянным током (DC) (иногда называемая Уровнем 3). Время, необходимое для зарядки автомобиля, определяется как мощность зарядки, измеряемая в киловаттах. В разных точках зарядки она может отличаться на порядок. Небольшая бытовая розетка может заряжать так медленно, как 1,2 кВт, в то время как самые современные станции быстрой зарядки могут заряжать до 350 кВт, 400 В постоянного тока, в общественных местах. Кроме того, зарядная инфраструктура классифицируется по видам транспорта, как показано в таблице 1[2-4].

Таблица 1

Инфраструктура зарядки, классифицированная по режимам

Режим зарядки	Напряжение(В)	Уровень протоколов безопасности
Mode 1	120 или 240 В AC	Общая схема без протоколов безопасности
Mode 2	120 или 240 В AC	Общая или выделенная схема с протоколами безопасности, включая обнаружение заземления, защиту от перегрузки по току, температурные ограничения и контрольную линию передачи данных
Mode 3	240 В AC	Такие же протоколы безопасности, что и в режиме 2, и активная линия связи с транспортным средством
Mode 4 DC быстрая зарядка	400 В DC	Проводное подключение и требует более продвинутых протоколов безопасности и связи

Зарядную инфраструктуру можно также разделить на три типа: очень быстрая, быстрая и медленная. Каждый тип зарядного устройства имеет соответствующий набор разъемов, которые приспособлены для использования низкой или высокой мощности, а также для зарядки переменным или постоянным током. Быстрые зарядные устройства считаются самым быстрым методом зарядки электромобиля. Устройства быстрой зарядки обеспечивают высокую мощность постоянного или

переменного тока для зарядки автомобиля до 80% за 20-40 минут. Как правило, зарядные устройства отключаются, когда батарея заряжена примерно на 80%, чтобы защитить батарею и продлить срок ее службы. Быстрая зарядка может использоваться только на автомобилях с возможностью быстрой зарядки. Быстрые зарядные устройства постоянного тока обеспечивают мощность в 50 кВт (125 А), используют CHAdeMO или CCS (комбинированный стандарт зарядки). В настоящее время это самый популярный тип пунктов быстрой зарядки EV (Electric vehicle), являющийся стандартом на протяжении большей части десятилетия. Ультрабыстрые (DC) зарядные устройства обеспечивают мощность 100 кВт, 150 кВт или 350 кВт, хотя возможны и другие максимальные скорости. Для всех EV, способных принимать 100 кВт или более, время зарядки остается на уровне 20-40 минут для типичной зарядки. Даже если EV может принимать только максимум 50 кВт постоянного тока, они все равно могут использовать пункты сверхбыстрой зарядки, поскольку мощность будет ограничена тем, с чем может справиться автомобиль. Как и в случае с устройствами быстрой зарядки мощностью 50 кВт, кабели подключаются к устройству и обеспечивают зарядку через разъемы CCS или CHAdeMO. Кроме того, сеть Supercharger компании Tesla обеспечивает быструю зарядку постоянным током, используя либо разъем Tesla Type 2, либо разъем Tesla CCS в зависимости от модели. Они способны заряжать до 120 кВт, хотя в настоящее время внедряется зарядка мощностью 150 кВт. Все модели Tesla разработаны для использования с установками Supercharger, многие владельцы Tesla используют адаптеры, которые позволяют им использовать быстрые установки мощностью 50 кВт, оснащенные разъемом CHAdeMO. Хотя они обеспечивают меньшую мощность, чем Supercharger, они более распространены в Великобритании и других странах [5].



Рис. 1. Очень быстрые зарядные станции

Быстрые зарядные устройства обычно классифицируются на 7 кВт или 22 кВт (однофазные или трехфазные 32А). Зарядное устройство мощностью 7 кВт заряжает электромобиль с батареей емкостью 40 кВт/ч за 4-6 часов, а зарядное устройство мощностью 22 кВт - за 1-2 часа. Большинство быстрых зарядных устройств обеспечивают зарядку

переменным током. Тем не менее, некоторые сети устанавливают зарядные устройства постоянного тока мощностью 25 кВт с разъемами CHAdeMO или CCS. Быстрые зарядные устройства обычно располагаются на автостоянках или в центрах отдыха, где клиенты, скорее всего, будут парковаться в течение часа или более. Скорость зарядки на быстрых зарядных станциях зависит от бортового зарядного устройства автомобиля, при этом не все модели способны получить 7 кВт и более. Такие модели могут быть подключены к точке зарядки, но получают только максимальную мощность, принятую бортовым зарядным устройством.



Рис. 2. Быстрые зарядные станции

Устройства медленной зарядки имеют мощность до 3 кВт, полная зарядка устройства мощностью 3 кВт обычно занимает 6-12 часов. Медленная зарядка - это популярный и более простой метод зарядки электромобилей, используемый для зарядки электромобилей в домашних условиях в течение ночи. В основном, медленная зарядка может осуществляться через стандартную розетку. На рисунке 3 показаны разъемы для медленной зарядки, которые используются любыми подключаемыми электромобилями с соответствующим кабелем. Подавляющее большинство домашних устройств имеют такой же разъем типа 2, как на общественных зарядных устройствах, или могут быть подключены к разъему типа 1, если это подходит для конкретного электромобиля [6].



Рис. 3. Медленные зарядные станции

Сравнительный анализ систем зарядных станции

Медленный заряд (Переменный ток)	Быстрый заряд (Постоянный ток)
+ Меньшая стоимость за точку заряда	- Выше стоимость заряда
+ Меньшая пиковая мощность	- Выше пиковая мощность
- Увеличение количества точек	+ Уменьшение количества точек за счет пропускной способности
- Долгий процесс зарядки	+ Быстрая зарядка за 30 минут
- Только в местах длительной стоянки	+ Установка в местах кратковременных стоянок

Заключение

В результате анализа было определено, что технология быстрой зарядки является более предпочтительной, чем технология медленной зарядки. Основные преимущества быстрой зарядки: время зарядки, доступность, универсальность. Эти параметры становятся заманчивыми для потребителя, поэтому при развитии инфраструктуры в городах страны рост электромобилей на дорогах будет обеспечен. В заключении исследования стоит указать, что для изменения транспортной системы страны нужна поддержка государства не только для развития инфраструктуры зарядных станции, но и для приобретения и обслуживания электромобилей.

Источники

[1] Удодов, М. С. Концепция развития городской сети станций быстрого заряда электромобилей / М. С. Удодов // Молодой ученый. 2020. № 23 (313). С. 137-143. URL: <https://moluch.ru/archive/313/71247/> (дата обращения: 28.09.2022).

[2] Lambert F. Tesla deploys new mobile supercharger powered by megapack. 2019(accessed Nov 28, 2019), <https://electrek.co/2019/11/29/tesla-mobile-supercharger-megapack/>.

[3] Mou X., Zhao R, and Gladwin D.T. Vehicle-to-vehicle charging system fundamental and design comparison in IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), 2019, pp. 1628–1633.

[4]. А. Р. Сафин, и. В. Ившин, а. Н. Цветков, т. И. Петров, в. Р. Басенко, В. А. Манахов. Развитие технологии мобильных зарядных станций для электромобилей: [Электронный ресурс]. https://www.energyret.ru/jour/search/search?simpleQuery_input=Элект

ротранспорт&simpleQuery=Электротранспорт&searchField=query (дата обращения: 15.10.22).

[5]. Рагимов Э.А. Экологические особенности транспорта // Теоретическая и прикладная наука, 2019; [Электронный ресурс]. –Режим доступа: <https://dx.doi.org/10.15863/TAS.2019.07.75.46>

[6] Ма Х., Балтазар Ф., Таит Н., Риера-Палоу Х., Харрисон А. Новое сравнение между выбросами парниковых газов в течение жизненного цикла аккумуляторные электромобили и автомобили внутреннего сгорания // Энергетическая политика, 2012 [Текст]: С. 160–173.

[7] О.А.Филина Исследование эксплуатационного ресурса электрощёток электродвигателя постоянного тока подвижного состава [электронный ресурс].https://www.energyret.ru/jour/search/search?simplequery_input=электротранспорт&simplequery=электротранспорт&searchfield=query (дата обращения: 16.10.22).

[8] Альзаккар А. Оценка индекса устойчивости напряжения электрических сетей, питающих зарядные станции электромобилей с применением многослойного персептрона / А. Альзаккар, Н. П. Местников, В. В. Максимов, И. М. Валеев // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т. 24. № 2. С. 35-48.

[9] Бык Ф. Л. Эффекты интеграции локальных интеллектуальных энергосистем / Ф. Л. Бык, Л. С. Мышкина // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2022. Т. 24. № 1. С. 3-15.

[10] Сафин А.Р, Ившин И.В., Цветков А.Н., Петров Т.И., Басенко В.Р., Манахов В.А. Развитие технологии мобильных зарядных станций для электромобилей // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2021. Т. 23. № 5. С. 100-114.

УДК 796:004:620.9

ВЕЛОТРЕНАЖЕРЫ-ГЕНЕРАТОРЫ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ РЕШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ

А.А. Никифорович, Р.С. Зарипова

Казанский государственный энергетический университет, г. Казань, Россия

zarim@rambler.ru

В настоящее время тема экологии становится популярной и актуальной. Использование тренажеров-генераторов электроэнергии поможет не только сэкономить огромные суммы денежных средств на потребление энергии, но и принесёт пользу для природы.

Научное издание

**ЭНЕРГЕТИКА, ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫЕ
ТЕХНОЛОГИИ И ВЫСШЕЕ ОБРАЗОВАНИЕ**

Международная научно-техническая конференция
(Алматы, Казань, 20-21 октября 2022 г.)

Электронный сборник научных статей по материалам конференции

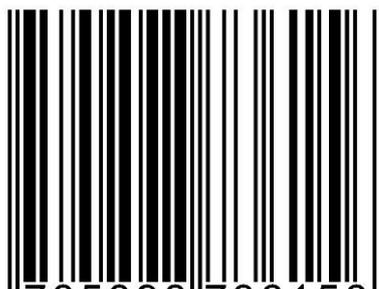
В трех томах

Том 1

Корректор Р.С. Зарипова
Компьютерная верстка Р.С. Зарипова

Центр публикационной активности КГЭУ
420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51

ISBN 978-5-89873-615-6



9 785898 736156 >