

Метрологическое обеспечение зарядных станций электромобилей



В статье рассмотрены структура метрологического обеспечения ЭЗС, действующие нормативные требования, методы поверки зарядных станций и приборов учета, а также решения компании «Марс-Энерго» для поверки ЭЗС переменного и постоянного тока.

ООО «НПП Марс-Энерго», г. Санкт-Петербург

Развитие электротранспорта невозможно без строительства зарядной инфраструктуры — густой сети зарядных станций (ЭЗС) публичного доступа. Большинство ЭЗС сегодня делятся на две основные категории: зарядные станции постоянного тока мощностью от 100 до 250 кВт (так называемые «быстрые») и ЭЗС переменного тока мощностью от 22 до 60 кВт («медленные»). Они не только обеспечивают передачу электроэнергии от сети в аккумулятор автомобиля, но и контролируют режимы зарядки, осуществляют обмен данными с биллинговыми платформами и, конечно, ведут учет электроэнергии, поставленной в электромобиль во время зарядной сессии, с помощью счетчиков постоянного или переменного тока в составе ЭЗС.

При этом режимы работы ЭЗС существенно отличаются от традиционных систем электропотребления: большие токи, широкий диапазон мощностей, применение как переменного, так и постоянного тока, использование различных протоколов обмена и типов измерительных модулей — все это создает дополнительные требования к средствам измерений и методам их поверки. Задачи метрологического обеспечения в РФ затрагивают вопросы создания нормативной базы и обновления приборного парка.



Рис. 1. Объекты поверки: а — счетчик электроэнергии с измерительным преобразователем тока (шунтом); б — зарядная станция со встроенным измерительным модулем или счетчиком электроэнергии

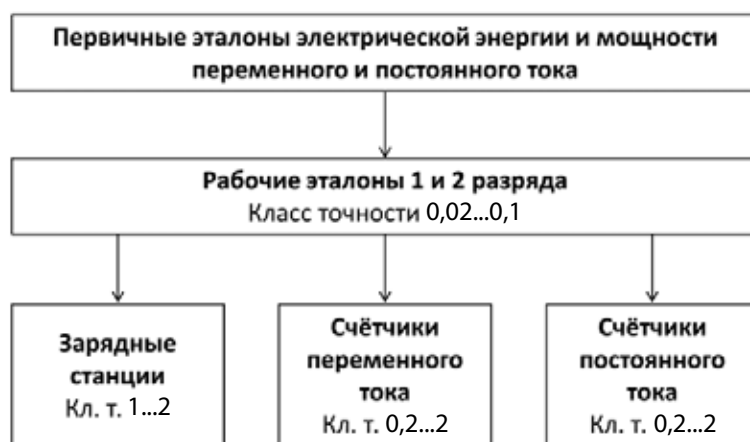


Рис. 2. Структура передачи единицы измерения

Структура метрологического обеспечения ЭЗС

Объектом поверки может быть как ЭЗС целиком, так и прибор учета в ее составе (рис. 1).

Метрологическое обеспечение (МО) ЭЗС переменного и постоянного тока включает систему передачи единицы измерения приборам учета от первичных эталонов электрической мощности переменного и постоянного тока и рабочих эталонов 1 и 2 разряда (рис. 2).

Метрологическое обеспечение мощности переменного тока достаточно развито в Российской Федерации. Количество внесенных в Госреестр СИ и находящихся в эксплуатации в РФ рабочих эталонов 1 и 2 разряда составляет тысячи единиц, а количество счетчиков электроэнергии – миллионы единиц. Счетчики переменного тока в настоящее время применяются в бытовом секторе и промышленности. В составе ЭЗС это мелкосерийное применение для технологических целей.

Структура эталонной базы мощности постоянного тока находится в стадии развития. Счетчики постоянного тока в настоящее время в основном применяются на подвижном электротранспорте и в составе тяговых подстанций. В составе ЭЗС – мелкосерийное применение для технологических целей.

В соответствии с приказом Минпромторга от 29 апреля 2022 года № 1776 и изменениями от 5 апреля 2024 года определены требования к погрешности измерения ЭЗС. Зарядная станция должна быть оснащена оборудованием, обеспечивающим возможность измерения количества электрической энергии, поставляемой зарядной станцией:

- › с базовой погрешностью измерений, не превышающей 2 %, с 15 мая 2024 г.;
- › с базовой погрешностью измерений, не превышающей 1 %, с 1 января 2025 г.

В табл. 1 указаны метрологические требования к счетчикам элект-

роэнергии стандартов МЭК 62053-41 «Аппаратура для измерения электрической энергии. Частные требования. Часть 41. Статические счетчики для измерения электроэнергии постоянного тока (классов точности 0,5 и 1)» и МЭК 62052-11 «Аппаратура для измерения электрической энергии переменного тока. Общие требования. Испытания и условия испытаний. Часть 11. Счетчики электрической энергии». Требования Международной организации законодательной метрологии (МОЗМ, OIML) указаны в табл. 2. Основные метрологические параметры ЭЗС в соответствии с JJG 1148-2018 (Китай) – в табл. 3.

Методы поверки ЭЗС

Поверку ЭЗС можно проводить двумя способами: с помощью подсчета количества импульсов и путем измерения количества энергии.

› **Поверка ЭЗС путем подсчета количества импульсов.** Этот классический метод, применяемый при поверке счетчиков электроэнергии, обладает таким преимуществом, как универсальность. Он совместим с любыми типами приборов учета, поскольку импульсный выход имеется в каждом выпускаемом счетчике. Также любой эталонный прибор для поверки счетчика имеет импульсный вход для приема импульсов, пропорциональных измеряемой энергии/мощности от счетчика. Единственное условие для применения данного ме-

Таблица 1. Допустимые пределы погрешности счетчика в % из МЭК 62052-11:2020 п. 7.1 / МЭК 62053-41 п. 7.9

Ток	Допустимые пределы погрешности счетчика в % для класса точности	
	0,5	1
$I_{\min} \leq I < 0,1I_{\text{ном}}$	$\pm 1,0$	$\pm 1,5$
$0,1I_{\text{ном}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	$\pm 0,5$	$\pm 1,0$

Таблица 2. Пример классификации класса точности ЭЗС по OIML (МОЗМ)

Значение		Допустимая погрешность (max) в зависимости от класса точности ЭЗС		
Ток	Коэффициент мощности	A (2 %)	B (1 %)	C (0,5 %)
$I_{\text{ст}} \leq I < I_{\text{макс}}$	$> 0,9$	$\pm 2,5 \%$	$\pm 1,5 \%$	$\pm 1,0 \%$
$I_{\min} \leq I \leq I_{\text{тр}}$	$> 0,9$	$\pm 2,5 \%$	$\pm 1,5 \%$	$\pm 1,0 \%$
$I_{\text{тр}} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	$> 0,9$	$\pm 2,0 \%$	$\pm 1,0 \%$	$\pm 0,5 \%$

ПРИМЕЧАНИЕ: $I_{\text{ст}}$ – стартовый ток (начало регистрации энергии ЭЗС); $I_{\min}$ – минимальное значение тока, измеряемое с допустимой погрешностью; $I_{\text{макс}}$ – максимальное значение тока, измеряемое с допустимой погрешностью; $I_{\text{тр}}$ – переходный ток (величина тока находится в диапазоне минимального значения максимально допустимой погрешности измерений).

Таблица 3. Основные метрологические параметры ЭЗС в соответствии с JJG 1148-2018 (Китай). Погрешность измерения энергии/мощности

Ток нагрузки	Коэффициент мощности	Класс точности ЭЗС	
		1	2
		Относительная погрешность, %	
$I_{\min} \leq I \leq I_{\text{макс}}$	1	$\pm 1,0 + e$	$\pm 2,0 + e$

ПРИМЕЧАНИЕ: e – дополнительная температурная погрешность; $e = C \times |\Delta T|$.



Соединительное устройство по ГОСТ МЭК 62196-2-2018



Соединительное устройство по ГОСТ МЭК 62196-3-2018

Рис. 3. Поддерживаемые стандарты подключения

тогда — конструкция ЭЗС должна предусматривать подключение фотосчитывающего устройства.

► **Поверка ЭЗС путем измерения количества энергии.** Если ЭЗС не имеет импульсного выхода для подключения фотосчитывающего устройства, в качестве альтернативы можно применить данный метод поверки. При этом информацию по измеряемым электроэнергетическим величинам от встроенного в ЭЗС прибора учета можно получить по цифровому интерфейсу.

В качестве плюса этого метода можно отметить расширение списка измеряемых и передаваемых параметров, включая энергию/мощность, профили тока, напряжения, гармоник. Для реализации данного метода в виде программного обеспечения необходима информация по протоколу обмена или формату данных, передаваемых от прибора учета в составе ЭЗС, если он не является стандартизированным.

Решения «НПП Марс-Энерго» для МО ЭЗС

Для поверки зарядных станций постоянного тока с номинальными токами 200/500 А потребовалось расширение диапазона измерения тока серийно выпускаемого эталонного счетчика с применением внешнего трансформатора тока типа ЭМТ-200/ЭМТ-500. По сути, это классический электронный ТТ с выходным сигналом в виде низкого напряжения, который подключается вместо токо-



Рис. 4. Комплект оборудования для поверки ЭЗС постоянного и переменного тока

Таблица 4. Метрологические характеристики ЭМ-3.1KM-A + ЭМТ-200/500

Параметр	Диапазон	Базовая погрешность	Модификация
Напряжение Номиналы напряжения: 10, 30, 60, 120, 240, 480, 800 В	10...1000 В	±0,02 %	-02
		±0,05 %	-05
Номинальный ток, А: 1, 2, 10, 20, 100, 200 А	0,1...250 А	±0,02 %	-02
		±0,05 %	-05
Номинальный ток, А: 2,5; 5; 25; 50; 250; 500 А	0,25...500 А	±0,02 %	-02
		±0,05 %	-05
Мощность/энергия	1...250 кВт	±0,05 %	-02
	2,5...500 кВт	±0,1 %	-05

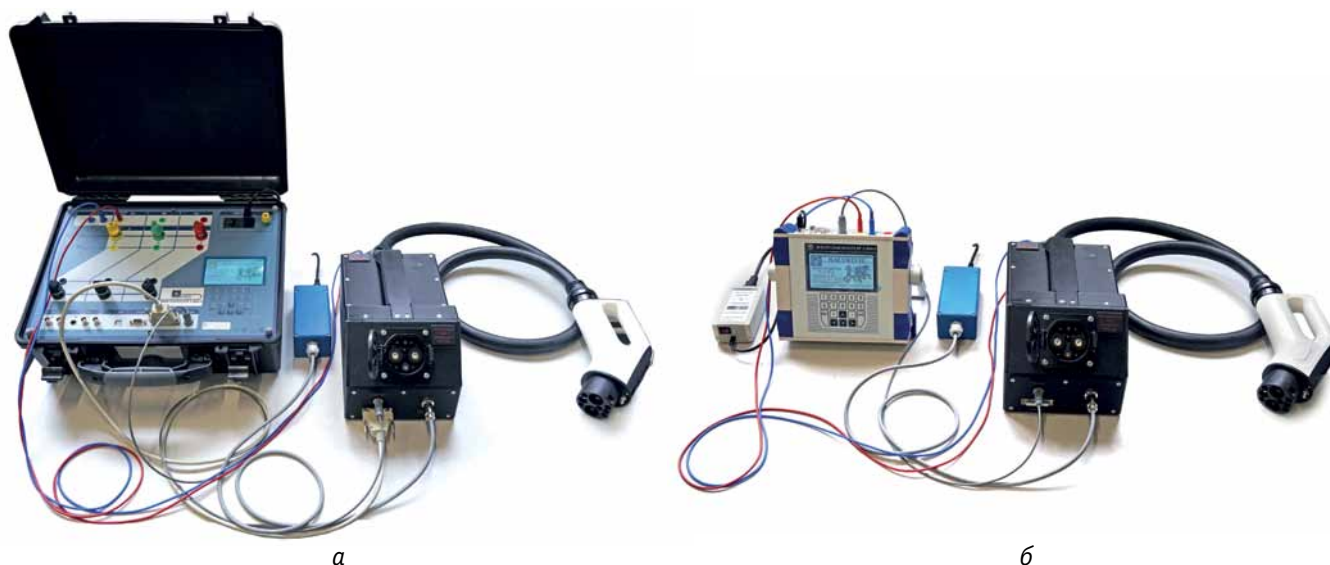


Рис. 5. Подключение трансформатора тока ЭМТ-200/500 к эталонным счетчикам энергии «Энергомонитор 3.1KM-A»: а — класса точности 0,05; б — класса точности 0,1

вых клещей в стандартный серийный прибор — эталонный счетчик электроэнергии кл. т. 0,1 или 0,05. Для обеспечения соединения эталонного счетчика и внешнего ТТ с коннекторами ЭЗС различных типов их приходится комплектовать устройствами подключения под каждый стандарт (рис. 3).

В состав комплекта оборудования для МО ЭЗС может входить интеллектуальное нагрузочное устройство, имитирующее электромобиль. Нагрузочное устройство поддерживает различные протоколы обмена для обеспечения зарядной сессии. Наиболее распространенные резистивные нагрузки должны обеспечивать рассеивание реальной электрической мощности от поверяемой ЭЗС в соответствии с ее техническими условиями, вплоть до десятков и сотен киловатт.

Комплект оборудования для проверки ЭЗС постоянного и переменного тока. Эталонный счетчик электроэнергии «Энергомонитор-3.1КМ-А» в комплекте с электронным трансформатором тока ЭМТ-200/ЭМТ-500 обеспечивает проверку зарядных станций постоянного и переменного тока на местах эксплуатации как единого устройства или приборов учета из состава зарядной станции отдельно (рис. 4). В данном исполнении «Энергомонитор» диапазон измерения тока расширен до 200/500 А с помощью внешнего электронного трансформатора тока. Метрологические характеристики эталонного счетчика электроэнергии «Энергомонитор-3.1КМ-А» с трансформатором тока ЭМТ-200/500 приведены в табл. 4. На рис. 5 показано, как трансформатор тока ЭМТ-200/500 подключается к прибору «Энергомонитор 3.1КМ-А» в разных исполнениях в зависимости от класса точности эталонного счетчика.

Проверка счетчика постоянного тока совместно с шунтом на установке УППУ-МЭ-DC. На поверочной установке УППУ-МЭ-DC счетчик постоянного тока проверяется совместно с токовым шунтом в соответствии с требованиями на проверку счетчиков электроэнергии прямого включения (по МЭК 62053-41) (рис. 6).

Если необходимо поверить счетчик совместно с шунтом, нужно обеспечить выдачу и измерение постоянного тока до 200/500 А в зависимости от номинального тока применяемого токового шунта. Поэтому в соста-



Рис. 6. Подключение счетчика постоянного тока с шунтом к установке УППУ-МЭ-DC

ве установки имеется источник тока и эталонный счетчик с внешним трансформатором тока (рис. 7).

УППУ-МОНО-DC — переносная поверочная установка для проверки счет-

чиков постоянного тока (кл. т. 0,1) с имитацией сигнала от шунта. Наиболее простой и доступный способ проверки счетчика постоянного тока — имитация сигнала от шунта с помощью ка-

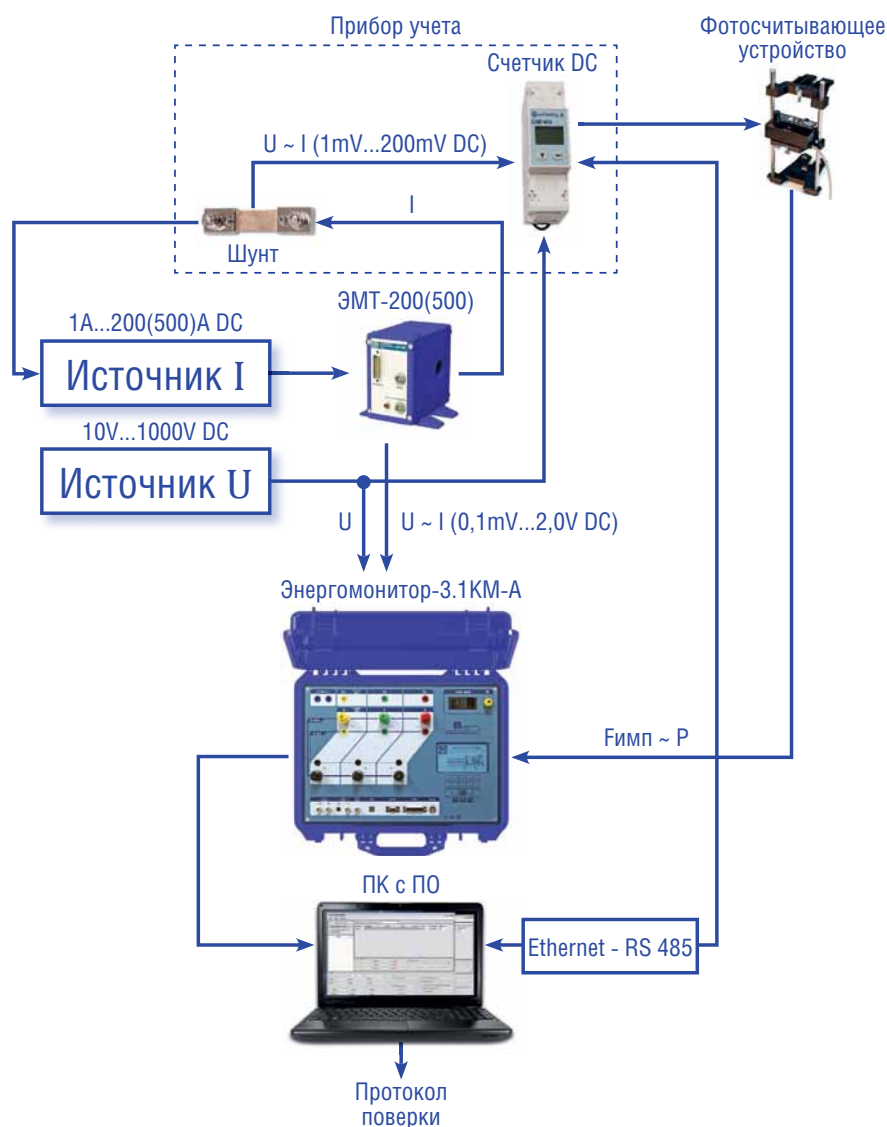


Рис. 7. Схема проверки счетчика DC с шунтом на установке УППУ-МЭ-DC

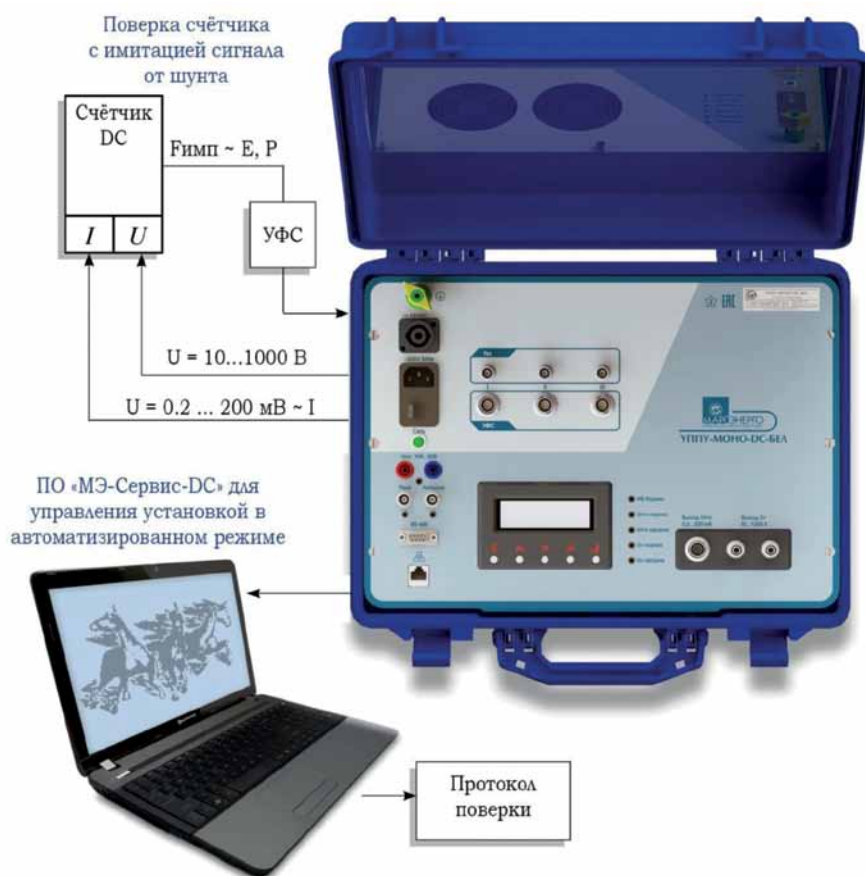


Рис. 8. Схема поверки счетчиков постоянного тока на установке УППУ-МОНО-DC с имитацией сигнала от шунта

Таблица 5. Характеристики установки УППУ-МОНО-DC

Параметр	Диапазон	Погрешность	Ток нагрузки
Напряжение DC (высокое)	1...15 В 50...1200 В	$\pm 0,05\% + \Delta$	До 2 мА
Напряжение DC (низкое)	0.2... 220 мВ	$\pm 0,05\% + \Delta$	До 50 мА
Мощность DC		$\pm 0,1\% + \Delta$	

либратора низковольтных сигналов с $U_{\text{вых.ном}}$ 75 или 150 мВ, как показано на рис. 8. Кроме счетчиков постоянного тока, с помощью установки УППУ-МОНО-DC поверяются вольтметры постоянного тока. Характеристики установки приведены в табл. 5.

Литература

1. ГОСТ ИЕС 62752-2021. Кабельный блок управления и защиты для зарядки электромобилей в режиме 2 (IC-CPD).
2. ГОСТ Р МЭК 62196-2-2013. Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств. Кон-

дуктивная зарядка для электромобилей. Часть 2. Требования размерной совместимости и взаимозаменяемости для штыревых разъемов и арматуры сети переменного тока.

3. ГОСТ ИЕС 62196-3-2018. Вилки, штепсельные розетки, переносные розетки и вводы транспортных средств. Проводная зарядка электрических транспортных средств. Часть 3. Требования к совместимости и взаимозаменяемости размеров соединительных устройств постоянного тока и переменного/постоянного тока со штырями и контактными гнездами для транспортных средств.

4. National Metrology Verification Regulations of the People's Republic of China. JJG 1149-2022. Off-board Chargers for Electric Vehicles (for Trial Implementation). Release 2022-06-28.

5. National Metrology Verification Regulations of the People's Republic of China. JJG 1148-2018. AC Charging Spot for Electric Vehicles. Release 2018-02-27.

6. Organisation Internationale de Métrologie Légale (OIML). Electric Vehicle Supply Equipment (EVSE): — Metrological and technical requirements; — Metrological controls and performance tests. Edition 2022.

7. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации. Приказ от 5 апреля 2024 года № 1478 О внесении изменений в технические характеристики оборудования стационарной автомобильной зарядной станции публичного доступа, обеспечивающей возможность быстрой зарядки электрического автомобильного транспорта, утвержденные приказом Министерства промышленности и торговли Российской Федерации от 29 апреля 2022 г. № 1776.

8. Гублер Г. Б. К вопросу о метрологическом обеспечении зарядных станций для электротранспорта // Главный метролог. 2024. № 2.

И. А. Гиниятуллин, директор,
ООО «НПП Марс-Энерго»,
г. Санкт-Петербург,
тел.: +7 (812) 327-2111, 8 (800) 333-1051,
эл. почта: mail@mars-energo.ru,
сайт: www.mars-energo.ru

Иллюстрации предоставлены
ООО «НПП Марс-Энерго»



Журнал "ИСУП"
3153 подписчика

Все статьи дублируются в Дзен

