

## ТЕХПОДДЕРЖКА

# СТАНДАРТ ПО ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ - ЧТО НОВОГО?



Текст: Любовь Минина



В марте 2018 года Международная организация по стандартизации (ИСО) выпустила стандарт ISO 19453 «Транспорт дорожный. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования для системы привода электромобилей». Стандарт состоит из четырех частей: Часть 1: Общие положения, Часть 3: Механические нагрузки, Часть 4: Климатические нагрузки, Часть 5: Химические нагрузки.

Современная автомобильная промышленность создает предпосылки для развития и усовершенствования испытаний на воздействия условий окружающей среды, в том числе испытаний на климатические воздействующие факторы. Исполнение требований этого стандарта обеспечит выпуск качественной и надежной продукции в данной области. За последние годы, благодаря появлению и развитию новых технологий, многие производители сместили значительный фокус внимания на вопросы экологии. Это дало толчок для разработок в сфере альтернативного транспортного двигателестроения, в том числе и с питанием от автономных источников электроэнергии. Из-за относительного новшества этого направления в автомобильной промышленности потребовались и новые методики испытаний, изложенные в нормативной документации. Одним из таких документов стал стандарт ISO 19453, и наша статья посвящена его четвертой части – Климатические нагрузки и описывает его содержание и требования. Мы расскажем, что нового привнесли электродвигатели в вопросы стандартизации в целом и автомобильную промышленность в частности.

### Необходимость разработки новых испытательных стандартов

В автомобильной промышленности растет число транспортных средств с разными формами тяги двигателя, включая электромобили (EV) и гибридные электромобили (HEV). Электрические силовые установки и компоненты, установленные в таких транс-

портных средствах (например, приводной двигатель, инвертор, преобразователь постоянного тока и т. д.), становятся габаритнее, тяжелее, что вызывает необходимость перехода к высоковольтному напряжению. Для обеспечения долговечности таких установок и компонентов был необходим новый стандарт экологических испытаний. Опираясь на стандарты для экологических испытаний электрического и электронного оборудования 12 В / 24 В и широко используемый в автомобильной промышленности стандарт ISO 16750, началась работа по созданию стандарта для более крупных и тяжелых агрегатов, для которых характерны повышенные рабочие напряжения.

Мероприятия по стандартизации стартовали в 2011 году на заседании комитета по силовой электронике по методике испытаний высоковольтных компонентов на экологическую стойкость комитета «Японское общество автомобильных инженеров» (JSAE). В декабре 2013 года начался международный проект (ISO / TC22 / SC32 / WG2). В марте 2018 года стандарт ISO 19453 «Транспорт дорожный. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования для системы привода электромобилей» был выпущен в виде серии, состоящей из четырех частей (Т1), как некое логическое продолжение-замена стандарта ISO 16750. Часть 2 опущена, но в настоящее время готовится соответствующий отдельный стандарт ISO 21498 (ISO / TC22 / SC37 / WG4).

### Общее описание испытательных стандартов

#### Сфера применения

Предметом описываемой серии стандартов являются электрические двигательные (силовые) установки и компоненты класса напряжения «В», определенные в стандарте ISO 6469-3 «Транспорт дорожный на электрической тяге. Правила техники безопасности. Часть 3. Защита людей от поражения электротоком», включая приводные двигатели, инверторы, преобразователи постоянного тока и т.д. (Т2).

Однако батарейные блоки и системы для приводных устройств этой серией не охвачены. Стандартизация для них существует с 2016 года как ISO 19453-6 (тяговые аккумуляторные блоки и системы).

Т 1

Сравнение глав ISO 16750 и ISO 19453 «Транспорт дорожный. Условия окружающей среды и испытания электрического и электронного оборудования для системы привода электромобилей»

№	СЕРИЯ ISO 16750	СЕРИЯ ISO 19453
1	ISO16750-1: Общие положения	ISO19453-1: Общие положения
2	ISO16750-2: Электрические нагрузки	Пропущен (в данный момент разрабатывается как ISO 21498)
3	ISO16750-3: Механические нагрузки	ISO19453-3: Механические нагрузки
4	ISO16750-4: Климатические нагрузки	ISO19453-4: Климатические нагрузки
5	ISO16750-5: Химические нагрузки	ISO19453-5: Химические нагрузки

Т 2

Класс мощности согласно стандарту ISO 6469-3

КЛАСС	МАКС. РАБОЧЕЕ НАПРЯЖЕНИЕ
Класс напряжения А	Менее 30В AC или 60В DC
Класс напряжения В (покрывается текущей серией стандартов)	От 30 до 1000В AC или от 60 до 1500В DC



Стандартная конфигурация серии ISO 19453 и изменения в сравнении с серией ISO 16750

ЧАСТЬ	СОДЕРЖАНИЕ	ИЗМЕНЕНИЯ ПО СРАВНЕНИЮ С СЕРИЕЙ ISO 16750
Часть 1 Общие положения	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Термины и классификация по месту монтажа</li> <li>■ Режимы работы, классификация функционального состояния</li> <li>■ Испытания и требования</li> </ul>	Добавлены конкретные режимы работы и определения для высоковольтных компонентов
Часть 3 Механические воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Вибрация</li> <li>■ Механический удар</li> <li>■ Свободное падение</li> </ul>	В профили виброиспытаний был добавлен подход отдельной стандартизации низкочастотных и высокочастотных компонентов
Часть 4 Климатические воздействия	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Низкотемпературные испытания</li> <li>■ Высокотемпературные испытания</li> <li>■ Испытания на воздействие термоциклирования</li> <li>■ Испытания охлажденной водой (испытание на брызгозащищенность, испытание погружением)</li> <li>■ Испытания на воздействие соляного тумана</li> <li>■ Воздействие влажности и температуры при циклическом режиме — испытание на конденсацию влаги</li> <li>■ Влажность и повышенная температура при постоянном режиме</li> <li>■ Испытание на воздействие конденсата</li> <li>■ Коррозионное испытание с потоком смешанного газа</li> <li>■ Испытание на воздействие пыли</li> <li>■ Испытание на воздействие атмосферного давления</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Испытание на воздействие атмосферного давления теперь включает в себя тест, фокусирующийся на явлении частичного разряда, свойственного высоковольтным компонентам</li> <li>■ Добавлен режим испытаний конденсации влаги (воздействие росы)</li> <li>■ Добавлены условия ускоренных испытаний распылением солевого раствора</li> </ul>
Часть 5 Химические воздействия	Условия воздействия испытательного агента	Частичное изменение метода применения и т. д.

### Конфигурация и изменения в сравнении с серией ISO 16750

В **ТЗ** представлена конфигурация серии стандартов ISO 19453 и изменения в сравнении с серией ISO 16750.

#### ■ Часть 1. Общие положения

Определяет элементы, общие для частей 3, 4 и 5, использование терминов по месту монтажа, режимы работы оборудования и специальные условия испытаний высоковольтных компонентов, включая напряжения испытаний.

#### ■ Часть 3. Механические воздействия

Определяет методы испытаний на вибрацию, механический удар, свободное падение и т.д. Описание вибрационных испытаний включает в себя концепцию определения низкочастотных и высокочастотных компонентов на основе измерений транспортного средства. Шаги, которые необходимо учитывать при создании профилей испытаний, перечислены в приложении с целью подготовки к будущему пересмотру стандартов.

■ **Часть 4. Климатические воздействия**

Охватывает испытания на воздействие внешних климатических факторов и коррозионную стойкость (высокая и низкая температура, термоциклирование, воздействие температуры и влажности в циклическом режиме, высокая температура / высокая влажность, пониженное атмосферное давление, точка росы, водостойкость, соляной туман, агрессивные газы, защита от пыли и т.д.).

■ **Часть 5 Химические воздействия**

Идентично стандарту ISO 16750, с частичным изменением метода применения только для испытаний на химическое воздействие.

**Общие положения стандарта ISO 19453-4 (Климатические нагрузки)**

**Цель испытания**

В этой части определяются условия окружающей среды, а также требования к испытаниям и эксплуатации, основанные на международно признанных конвенциях о типах окружающей среды, с которой автомобильное электрическое и электронное оборудование может столкнуться в течение жизненного цикла.

**Диапазон рабочих температур**

Температурный диапазон, в котором компоненты обязаны работать непрерывно, показан в **Т4**. Минимальная рабочая температура (Tmin) равна -40 °C, а максимальная рабочая температура (Tmax) – +180 °C.

**Содержание испытаний и эталонные стандарты**

В **Т5** приведены типичные элементы ISO 19453-4 (Климатические нагрузки) и стандартная справочная информация. Отличия от ISO 16750-4 применимы к следующим пунктам: испытания на наличие конденсата, соляного тумана, комбинированный цикл испытаний и испытания относительным атмосферным давлением.

Комплектующие изделия с большой тепловой мощностью, такие как двигатели, в меньшей степени способны подстраиваться к изменению окружающей

**Т4**

Диапазон рабочих температур

	МИНИМАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА (TMIN), °C	МАКСИМАЛЬНАЯ РАБОЧАЯ ТЕМПЕРАТУРА (TMAX), °C
A	-20	+65
B	-30	+65
C до T	-40	+65 до +180 (с шагом 5 °C)
Z	По договоренности	По договоренности

**Т5**

ISO 19453-4 (Климатические воздействия) и наименование стандарта

#	НАИМЕНОВАНИЕ МЕТОДА ИСПЫТАНИЙ	ССЫЛКА НА СТАНДАРТ
5.1.1.1	Низкотемпературное испытание при хранении	IEC 60068-2-1
5.1.1.2	Низкотемпературное испытание при эксплуатации	IEC 60068-2-1
5.1.2.1	Высокотемпературное испытание при хранении	IEC 60068-2-2
5.1.2.2	Высокотемпературное испытание при эксплуатации	IEC 60068-2-2
5.2.1	Термоциклирование с заданной скоростью изменения температуры	IEC 60068-2-14 Nb (изменение температуры с заданной скоростью)
5.2.2	Быстрое изменение температуры с заданной длительностью перехода	IEC 60068-2-14 Na (резкое изменение температуры методом жидкость-жидкость)
5.3.2	Испытание на брызгозащищенность	
5.3.3	Испытание на погружение	
5.4.1	Испытание на коррозию	IEC 60068-2-52 (распыление циклами, раствор хлорида натрия)
5.4.2	Испытание на утечку и функциональный контроль	IEC 60068-2-11 (соляной туман)
5.4.3	Комбинированное циклическое воздействие соляного тумана	
5.5	Испытания на воздействии циклической влажности – конденсация влаги	IEC 60068-2-30
5.6	Влажность/повышенная температура, стационарное испытание	IEC 60068-2-78
5.7	Испытание на конденсат	
5.8	Коррозионное испытание потоком смешанного газа	IEC 60068-2-60 Метод испытаний 4
5.9	Испытание на солнечное излучение	
5.10	Испытание на воздействие пыли	ISO 20653/JIS D 5020
5.11	Испытание на воздействии атмосферного давления	ISO 60664-1

## Т 6

Испытания по пунктам 5.2.1 и 5.2.2

ПУНКТ	5.2.1 ТЕРМОЦИКЛИРОВАНИЕ С ЗАДАННОЙ СКОРОСТЬЮ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР	5.2.2 БЫСТРОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУР С ЗАДАННОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ ПЕРЕХОДА
Ссылка на нормативную документацию	IEC 60068-2-14Nb (Испытание на изменение температуры с постоянной скоростью)	IEC 60068-2-14Na (Испытание на резкую смену температуры)
Наименование продукции	Камеры термоциклирования (серия AR)	Камеры термоудара (серии TSA, TSD, TSE)
Диапазон температур	от -70 до +180°C (от 10 до 98 % RH)	от -70 до +200°C

среды, поэтому в комплектующих может возникнуть конденсация росы. Испытание на конденсат включает стремительные изменения температуры и влажности (например, от -30 до +25 °C 90 % за короткое время) для оценки выносливости в таких условиях.

Комбинированные испытания распылением солевого раствора направлены на сокращение времени испытания благодаря использованию комбинированного метода циклирования, основанного на стандарте IEC 60068-2-52.

При использовании в условиях низкого атмосферного давления комплектующие с маленьким изоляционным расстоянием металлических проводников (например, эмалированные обмотки двигателя) могут испытывать явление частичного разряда. Испытание атмосферным давлением включает в себя испытание частичным разрядом, выполняемое путем приложения заданного испытательного напряжения при низком давлении, эквивалентном высоте 5000 м (54,0 кПа) или менее как указано в IEC 60664-1.



1

Испытательное оборудование (для испытания на термоциклирование и быстрое изменение температуры с заданной длительностью перехода)

## Сведения об испытательном оборудовании

### Испытание на воздействие термоциклирования и резкую смену температур с заданной длительностью перехода

Оборудование, пригодное для испытаний в соответствии со стандартами, описанными в статье, представлено на рис 1. Испытания по п. 5.2.1 (термоциклирование с заданной скоростью изменения) реализуются при задании режима термоциклирования с постоянной скоростью изменения температуры. Камеры тепла, холода, влаги и с возможностью быстрой смены температурного цикла (серия ESPEC AR) подходят для этой задачи.

Испытание по пункту 5.2.2 (быстрое изменение температур с заданной длительностью перехода) требует подвергнуть испытываемое изделие быстрой смене температуры. Камеры термоудара (особенно серии TSA или модели TSD и TSA) подходят для этой задачи (рис 1).

### Испытание на образование конденсата

После продолжительной работы в зимней холодной среде, когда автомобиль попадает в теплую среду (такую как гараж или подземная автостоянка), детали с большой теплоемкостью (например, двигатели) не могут быстро подстроиться к изменениям окружающей среды, поэтому на их поверхностях будет появляться конденсация, влияющая на электрические характеристики. В Т 7 приведены условия проведения испытания на образование конденсата. Крупная камера температуры/влажности и камера теплового удара воздух-воздух с функцией влажности, показанной на рис 2, подходят для этого испытания.

### Испытание на воздействие атмосферного давления

Это испытание на частичный разряд, выполняемое путем подачи заданного испытательного напряжения под пониженным давлением, эквивалентным высоте 5 000 м (54,0 кПа) или менее (как указано в IEC 60664-1). Для этого типа испытаний подходит испытательная термобарокамера, позволяющая воспроизвести снижение атмосферного давления до заданного значения (рис 3).



Камера серии SM

Камера серии TSA



3

Испытательное оборудование – термобарокамера серии MZ

2

Испытательное оборудование (испытания на образование конденсата)

В статье был рассмотрен стандарт условий окружающей среды и испытаний ISO 19453 для электрических двигательных установок и компонентов, установленных в таких транспортных средствах как электромобили (EV) и гибридные электромобили (HEV), применение которых в будущем будет неизбежно увеличиваться.

Стандарт представляет собой серию из четырех частей, в каждой из которых содержатся определяющие методы испытаний для оценки

характеристик соответствующих электрических двигательных установок и компонентов, а также оборудование для проведения данных испытаний.

Применение этого стандарта упрощает методику проведения механических, химических и, что было более подробно рассмотрено в статье, климатических испытаний, давая возможность предприятиям автомобильной и других видов промышленности выпускать надежную и качественную продукцию.

T 7

ИСПЫТАНИЯ НА ОБРАЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА

СОСТОЯНИЕ	НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ ЭТАП		ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЙ/ С ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТЬЮ ЭТАП		СТАДИЯ ОСУШЕНИЯ ВОЗДУХА		КОЛ-ВО ЦИКЛОВ
	ТЕМПЕРАТУРА	ВРЕМЯ	ТЕМПЕРАТУРА / ОТН. ВЛАЖНОСТЬ	ВРЕМЯ	ТЕМПЕРАТУРА / ОТН. ВЛАЖНОСТЬ	ВРЕМЯ	
A 10 °C	±3 °C	2ч	50 °C ±3 °C 70 % ±5 %	3 ч	-	-	3
B -30 °C	±3 °C	1 ч	25 °C ±3 °C 90 % ±5 %	1 ч	25 °C ±3 °C менее 50 %	1,5 ч	5
Z	По договоренности						

ПУНКТ	5.7 ИСПЫТАНИЕ НА ОБРАЗОВАНИЕ КОНДЕНСАТА	
Наименование продукции	Faster Temperature (& Humidity) Chamber SM series	Air to Air Thermal Shock Chamber TSA-D series
Диапазон температур	-40 °C до +180 °C / 20 % до 98 % RH	-40 °C до +85 °C / 40 % до 95 % RH