



---

**Европейская экономическая комиссия**

Комитет по внутреннему транспорту

**Всемирный форум для согласования правил  
в области транспортных средств**

173-я сессия

Женева, 14–17 ноября 2017 года

Пункт 14.1 предварительной повестки дня

**Рассмотрение АС.3 проектов ГТП ООН****и/или проектов поправок к введенным****ГТП ООН и голосование по ним:****Предложение по новым ГТП ООН, касающимся  
безопасности электромобилей (БЭМ)****Предложение по новым ГТП ООН, касающимся  
безопасности электромобилей (БЭМ)****Представлено Рабочей группой по пассивной безопасности\***

Воспроизведенный ниже текст был рекомендован Рабочей группой по пассивной безопасности (GRSP) на ее шестьдесят первой сессии (ECE/TRANS/WP.29/GRSP/61, пункт 10). В его основу положен документ ECE/TRANS/WP.29/GRSP/2017/2 с поправками, содержащимися в приложении II к докладу. Этот текст представлен Всемирному форуму для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) и Исполнительному комитету Соглашения 1998 года (АС.3) для рассмотрения на их сессиях в ноябре 2017 года.

---

\* В соответствии с программой работы Комитета по внутреннему транспорту на 2016–2017 годы (ECE/TRANS/254, пункт 159, и ECE/TRANS/2016/28/Add.1, направление работы 3.1) Всемирный форум будет разрабатывать, согласовывать и обновлять правила в целях улучшения характеристик транспортных средств. Настоящий документ представлен в соответствии с этим мандатом.



## Предложение по новым Глобальным техническим правилам, касающимся безопасности электромобилей (БЭМ)

### Содержание

	<i>Стр.</i>
I. Изложение технических соображений и обоснования .....	6
A. Введение .....	6
B. Справочная информация процедурного характера .....	6
C. Справочная информация технического характера .....	7
D. Принцип разработки глобальных технических правил .....	14
E. Технические соображения и обоснование .....	16
F. Рекомендации .....	64
G. Действующие правила, директивы и международные добровольные стандарты .....	66
H. Выгоды и затраты .....	69
II. Текст Правил .....	71
1. Цель .....	71
2. Область применения .....	71
3. Определения .....	72
4. Общие требования .....	76
5. Требования к эффективности .....	76
5.1 Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – в условиях эксплуатации .....	76
5.1.1 Защита от электрического удара .....	76
5.1.2 Функциональная безопасность .....	80
5.2 Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – после столкновения .....	81
5.2.1 Общий принцип .....	81
5.2.2 Защита от электрического удара .....	81
5.3 Требования в отношении установки перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС) на транспортном средстве и ее функциональности .....	83
5.3.1 Установка ПЭАС на транспортном средстве .....	83
5.3.2 Предупреждение об эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС .....	83
5.3.3 Предупреждение о тепловом явлении в ПЭАС .....	84
5.3.4 Предупреждение о низком запасе энергии в ПЭАС .....	85

5.4	Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС в условиях эксплуатации .....	85
5.4.1	Общий принцип .....	85
5.4.2	Вибрация .....	85
5.4.3	Термический удар и циклическое изменение температуры .....	85
5.4.4	Огнестойкость .....	86
5.4.5	Защита от внешнего короткого замыкания .....	86
5.4.6	Защита от избыточной зарядки .....	86
5.4.7	Защита от чрезмерной разрядки .....	87
5.4.8	Защита от перегрева .....	87
5.4.9	Защита от перегрузки по току .....	87
5.4.10	Термическая защита .....	88
5.4.11	Контроль сброса газов, выделяемых ПЭАС .....	88
5.4.12	Тепловое рассеяние .....	88
5.5	Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС – после столкновения .....	90
5.5.1	Испытание на транспортном средстве .....	90
5.5.2	Испытание на компонентах ПЭАС .....	91
6.	Процедуры испытаний .....	92
6.1	Процедуры испытаний для оценки электробезопасности .....	92
6.1.1	Метод измерения сопротивления изоляции .....	92
6.1.2	Метод подтверждения надлежащего функционирования бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции .....	96
6.1.3	Защита от прямого контакта с частями под напряжением .....	97
6.1.4	Метод испытания для измерения электрического сопротивления .....	99
6.1.5	Процедура испытания на предмет защиты от воздействия влаги .....	100
6.1.6	Условия проведения и процедура послеаварийных испытаний .....	101
6.2	Процедуры испытаний ПЭАС .....	105
6.2.1	Общие процедуры .....	105
6.2.2	Испытание на виброустойчивость .....	106
6.2.3	Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры .....	108
6.2.4	Испытание на огнестойкость .....	108
6.2.5	Защита от внешнего короткого замыкания .....	113
6.2.6	Испытание на предмет защиты от избыточной зарядки .....	114
6.2.7	Испытание на предмет защиты от чрезмерной разрядки .....	118
6.2.8	Испытание на предмет защиты от перегрева .....	120
6.2.9	Испытание на предмет защиты от перегрузки по току .....	123
6.2.10	Испытание на механический удар .....	124
6.2.11	Испытание на механическую целостность .....	126

7.	Транспортные средства большой грузоподъемности – Требования к эффективности .....	128
7.1.	Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – в условиях эксплуатации .....	128
7.1.1	Защита от электрического удара .....	128
7.1.2	Функциональная безопасность .....	133
7.2	Требования в отношении установки перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС) на транспортном средстве и ее функциональности .....	133
7.2.1	Установка ПЭАС на транспортном средстве .....	133
7.2.2	Предупреждение об эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС .....	134
7.2.3	Предупреждение о тепловом явлении в ПЭАС .....	134
7.2.4	Предупреждение о низком запасе энергии в ПЭАС .....	135
7.3	Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС – в условиях эксплуатации .....	135
7.3.1	Общий принцип .....	135
7.3.2	Вибрация .....	135
7.3.3	Термический удар и циклическое изменение температуры .....	136
7.3.4	Огнестойкость .....	136
7.3.5	Защита от внешнего короткого замыкания .....	136
7.3.6	Защита от избыточной зарядки .....	137
7.3.7	Защита от чрезмерной разрядки .....	137
7.3.8	Защита от перегрева .....	137
7.3.9	Зарезервировано .....	137
7.3.10	Термическая защита .....	137
7.3.11	Контроль сброса газов, выделяемых ПЭАС .....	138
7.3.12	Тепловое рассеяние .....	138
7.4	Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС в условиях моделирования инерционной нагрузки .....	140
7.4.1	Механический удар .....	140
8.	Транспортные средства большой грузоподъемности – Процедуры испытаний .....	140
8.1	Процедуры испытаний для оценки электробезопасности .....	140
8.1.1	Метод измерения сопротивления изоляции .....	140
8.1.2	Метод подтверждения надлежащего функционирования бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции .....	144
8.1.3	Защита от прямого контакта с частями под напряжением .....	145
8.1.4	Метод испытания для измерения электрического сопротивления .....	147
8.1.5	Процедура испытания на предмет защиты от воздействия влаги .....	148

8.2	Процедуры испытаний ПЭАС .....	149
8.2.1	Общие процедуры .....	149
8.2.2	Испытание на виброустойчивость .....	150
8.2.3	Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры .....	152
8.2.4	Испытание на огнестойкость .....	152
8.2.5	Защита от внешнего короткого замыкания .....	157
8.2.6	Испытание на предмет защиты от избыточной зарядки .....	159
8.2.7	Испытание на предмет защиты от чрезмерной разрядки .....	162
8.2.8	Испытание на предмет защиты от перегрева .....	165
8.2.9	Зарезервировано .....	167
8.2.10	Испытание на механический удар .....	167

#### Приложения

1	Определение уровня выбросов водорода в процессе зарядки ПЭАС .....	170
	Добавление 1: Калибровка оборудования для проведения испытания на выброс водорода .....	181
2	Метод проверки для подтверждения проводящими испытания органами документально подкрепленного соответствия сопротивления изоляции электрооборудования транспортного средства после воздействия влаги .....	185

## **I. Изложение технических соображений и обоснования**

### **A. Введение**

1. Электромобильность представляет собой концепцию использования технологий силовых агрегатов на базе электропривода с целью решения проблемы изменения климата, улучшения качества воздуха и уменьшения зависимости от ископаемых видов топлива. Ныне действующие нормативные акты, стимулирующие к уменьшению выбросов CO<sub>2</sub> и загрязняющих веществ, способствуют более широкому проникновению на рынок транспортных средств с электроприводом (далее «электромобили» или «ЭМ»). Кроме того, многие правительства поддерживают разработку и более широкое внедрение ЭМ, финансируя научные исследования или вводя стимулы для потребителей. Таким образом, автомобильная промышленность в беспрецедентных масштабах инвестирует средства в научные исследования и разработки, а также в мощности по производству электромобилей.

2. Наряду с оказанием поддержки в развитии промышленности многие правительства уже приступили к разработке своей нормативной базы для ЭМ, что делается главным образом в целях обеспечения их надежности и завоевания таким образом доверия потребителей, а также с учетом мер по улучшению экологических характеристик.

3. Ввиду относительно небольшого объема нынешнего производства ЭМ и их компонентов любое сближение нормативных обязательств может обеспечить экономию за счет масштабов и сокращение издержек производителей автомобилей, что крайне важно в контексте экономического восстановления и общей чувствительности промышленности к затратам.

4. Настоящими ГТП вводятся ориентированные на обеспечение эффективности требования, призванные урегулировать проблему потенциальных рисков безопасности ЭМ во время эксплуатации и в случае аварии, в том числе от удара электрическим током в результате неисправности высоковольтных цепей электромобилей и от потенциальной опасности, которую представляют литиево-ионные батареи и/или другие перезаряжаемые энергоаккумулирующие системы (ПЭАС) (в частности, содержащие воспламеняющийся электролит).

5. Предусмотренные ГТП требования основаны на наиболее достоверных из имеющихся данных, а также на результатах научных исследований и анализа, и отражают итоги технических дискуссий с участием экспертов, представляющих автомобильную промышленность, проводящие испытания органы, Европейский союз и правительства Канады, Китая, Республики Корея, Соединенных Штатов Америки и Японии.

### **B. Справочная информация процедурного характера**

6. В ноябре 2011 года Исполнительный комитет Соглашения 1998 года (АС.3) в целом поддержал совместное предложение Соединенных Штатов Америки, Японии и Европейского союза о создании двух рабочих групп для рассмотрения вопросов безопасности и охраны окружающей среды, связанных с электромобилями (ЭМ). Это предложение (ECE/TRANS/WP.29/2012/36 и Согг.1) было представлено Всемирному форуму для согласования правил в области транспортных средств (WP.29) на его сессии в марте 2012 года на предмет дальнейшего рассмотрения и официального принятия. АС.3 принял это предложение, одним из соспонсоров которого наряду с Соединенными Штатами Америки, Японией и Европейским союзом стал Китай.

7. Целью этих двух рабочих групп является сближение нормативных положений в глобальных масштабах на основе работы в рамках Соглашения

1998 года. Затем – на 158-й сессии WP.29 в марте 2012 года – был утвержден круг ведения (КВ) рабочей группы по безопасности электромобилей (БЭМ), задача которой состоит в создании глобальных технических правил (ГТП) по электромобилям, охватывающих вопросы безопасности высоковольтной электрической системы, безопасности электрических компонентов, а также перезаряжаемых энергоаккумулирующих систем (ПЭАС) (ECE/TRANS/WP.29/2012/121).

8. Цель этой рабочей группы заключается в том, чтобы выступать спонсором в деле разработки одних (или более, если это будет целесообразно) ГТП по обеспечению безопасности ЭМ.

9. Другие темы, которые могли бы стать предметом рассмотрения неофициальной рабочей группы по БЭМ, в той мере, в какой эти темы могут быть актуальны для разрабатываемых технических требований, включают:

- a) различные стандарты применительно к электромобильности (входные соединительные устройства на транспортных средствах для подзарядки);
- b) оптимальная практика или руководящие указания для изготовителей и/или лиц, оказывающих первую помощь после аварии.

10. Учитывая сложность находящихся на обсуждении вопросов, неофициальная рабочая группа дважды – в ноябре 2014 года (ECE/TRANS/WP.29/2014/87) и ноябре 2015 года (ECE/TRANS/WP.29/2016/30) – запрашивала продление мандата, каждый раз на один год.

11. Для эффективного решения особых технических проблем было учреждено девять целевых групп, которые в период с октября 2014 года по сентябрь 2016 года собирались девять раз. В рамках предоставленного мандата этим целевым группам удалось с успехом решить широкий круг вопросов, связанных с безопасностью, однако требуется проведение дополнительной дискуссии по некоторым важнейшим проблемам, применительно к которым все еще продолжаются исследования и прорабатываются соответствующие методики.

12. При таких обстоятельствах неофициальная группа решила, что наиболее приемлемым подходом к разработке ГТП в рамках предоставленного мандата является рассмотрение согласованных вопросов, касающихся безопасности, на этапе 1, тогда как требования к безопасности, диктующие необходимость в долгосрочных исследованиях, и аспекты проверки будут охвачены на этапе 2, который, как ожидается, начнется в кратчайшие возможные сроки.

## **С. Справочная информация технического характера**

13. В настоящем разделе представлена дополнительная информация, касающаяся ряда технических дискуссий, проведенных неофициальной рабочей группой и ее целевыми группами, а также принятых ими соответствующих решений. Нижеследующие аспекты рассматриваются как имеющие важное значение для целей дальнейшей разработки ГТП.

### **1. Стравливание/контроль сброса газов**

14. Определение количественного показателя стравливания для испытаний на безопасность ПЭАС после столкновения

На сегодняшний день стравливание не утверждено в качестве требования при испытаниях, касающихся безопасности ПЭАС после столкновения. Оценка потенциальных рисков безопасности в данном случае требует проведения дополнительных исследований, которые позволили бы установить, насколько необходимы ограничения по выбросам, для каких веществ и какой метод можно использовать для измерения таких выбросов. Проведение соответствующих ис-

следований и анализов на этапе 1 не представлялось возможным. Поэтому данные аспекты будут охвачены на этапе 2 разработки настоящих Правил.

#### 15. Потенциальный риск «токсичных газов» от безводного электролита

В ходе обсуждений в рамках неофициальной рабочей группы, проходивших с опорой на аналитические обзоры и данные, представленные Совместным исследовательским центром (СИЦ) Европейской комиссии, рассматривался вопрос о потенциальной опасности, обусловленной выделением и испарением безводного электролита и потенциальном образовании токсичной атмосферы (EVSTF-04-13e, EVS-07-24e)<sup>1</sup>. Данный аспект затрагивается в различных стандартах (UL 2580, SAE J2464, SAE J2289, SAE J2990, ISO 6469), в некоторых из которых даже изложены рекомендации относительно газоаналитических методов обнаружения, однако в настоящий момент нет четкой процедуры измерений, которая подходила бы для всех сценариев развития событий (на уровне компонента/транспортного средства, в условиях эксплуатации/после столкновения). Даже с учетом огромного количества электрических и гибридных транспортных средств, уже передвигающихся по дорогам Азии, Европы и Северной Америки, на сегодняшний день не зарегистрировано случаев испарения, особенно в условиях эксплуатации. Тем не менее нужны дополнительные эксплуатационные или научные данные, чтобы определить аналитический метод, подходящий для обнаружения испаряемых частиц вытекающего электролита. Исходя из результатов такого исследования, в будущем, возможно, потребуется внести изменения в требования и методы, касающиеся утечки и испарения безводного электролита.

## 2. Предупреждающие сигналы

16. Что касается требования о наличии сигнала, предупреждающего водителя об отказе ПЭАС, то неофициальной рабочей группе было поручено не только обрисовать сценарии безопасности, которые связаны с ПЭАС и требуют предупреждения, но также разработать соответствующие требования и процедуры испытаний, которые позволили бы проверить, функционирует ли предупреждение при означенных сценариях безопасности, связанных с ПЭАС.

17. Были взяты три связанные в ПЭАС сценария безопасности, когда возникает необходимость предупредить водителя. Первый сценарий предполагает эксплуатационный отказ одного или более органов управления, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. Второй сценарий предполагает тот случай, когда происходит значительное тепловое явление внутри ПЭАС, а третий – когда ПЭАС находится в состоянии низкого запаса энергии. Подробные данные в обоснование выбора этих трех сценариев безопасности представлены в разделе E.

18. Для целей разработки процедур испытаний, позволяющих оценивать функционирование предупреждающих сигналов при конкретных сценариях безопасности, было проведено исследование электромобилей. Как показало исследование, такие процедуры будут различаться в зависимости от архитектуры электромобилей и изготовителей транспортных средств. Таким образом, разработка единой процедуры испытания не представляется целесообразной и может носить ограничительный характер с точки зрения конструкции транспортного средства. Именно поэтому изготовителям будет предложено представлять, по запросу, техническую документацию с описанием функциональности системы, инициирующей предупреждающие сигналы для конкретного транспортного средства.

19. Была предпринята попытка разработать технические характеристики для типа предупреждающих сигналов. Однако в силу региональных различий в

<sup>1</sup> N.P. Lebedeva, L. Boon-Brett, «Considerations on the chemical toxicity of contemporary Li-ion battery electrolytes and their components», J Electrochem Soc, 2016, 163, A821-A830.

плане восприятия людьми предупреждающих сигналов, а также ввиду эксплуатационных и конструкционных различий между транспортными средствами не удалось достичь консенсуса в отношении цвета, стиля, символа или текста предупреждающего сигнала. По вышеуказанным причинам в настоящих ГТП характеристики предупреждающих сигналов не указаны.

20. Настоящие ГТП не содержат подробного описания характеристик предупреждающих сигналов в форме требований к испытаниям, позволяющим оценить функцию предупреждения. Вместо этого в настоящих ГТП изготовителям предлагается представлять по конкретному транспортному средству соответствующую информацию о методе инициирования предупреждающего водителя сигнала наряду с описанием предупреждающего сигнального устройства.

### 3. Тепловое рассеяние

21. В настоящее время процедура испытания на тепловое рассеяние не утверждена в качестве одного из требований. ЕС, Канада, Китай, Республика Корея, Соединенные Штаты Америки, Япония и Международная организация предприятий автомобильной промышленности (МОПАП) внесли весьма значительный вклад в эту работу, и в документе ISO/TC22/SC37/WG3 также рассматриваются испытания на тепловое рассеяние. С докладами и материалами заинтересованных сторон можно ознакомиться на веб-сайте ЕЭК ООН<sup>2</sup>. Однако группа решила, что необходимо провести дополнительные исследования, которые будут опираться на результаты работы, осуществляемой в рамках этой рабочей группы. В порядке продвижения работы на этапе 1 ряд заинтересованных сторон выразили свою приверженность решению задачи разработки метода для теплового рассеяния. Исследования будут ориентированы именно на это, а их объем и содержание направлены на устранение выявленных недостатков в методах испытаний, разработанных различными Договаривающимися сторонами Соглашения 1998 года на этапе 1. Возможные направления деятельности включают следующие:

- a) дальнейшее изучение ранее рассмотренных методов инициирования на предмет оценки предлагаемых методов, в том числе с точки зрения их осуществимости, повторяемости и воспроизводимости;
- b) изучение потенциальных новых методов инициирования, включая методы, позволяющие свести манипуляции с испытуемым устройством к минимуму;
- c) оценка пригодности критериев прохождения/непрохождения испытания, например, как проводить различие между задымлением/возгоранием, вызванные инициированием топливного элемента, и задымлением/возгоранием в результате теплового рассеяния;
- d) изучение вопроса о том, сказывается ли манипуляция с испытуемым устройством каким-либо образом на результатах испытания.

22. Испытания могут охватывать топливный элемент, модуль, сборку и транспортное средство, и в течение 2018 или 2019 года планируется (насколько позволят возможности прогнозирования результатов исследований и достигнутый прогресс) разработать надежный метод для теплового рассеяния. В 2017 году для осуществления намеченной деятельности будет сформирована целевая исследовательская группа.

23. Приведенная ниже процедура испытания, совместно разработанная Китаем и Японией на этапе 1 настоящих ГТП, станет предметом последующей оценки и дальнейшего совершенствования на этапе 2.

<sup>2</sup> <https://www2.unece.org/wiki/display/trans/EVS+13th+session+-Annex-Thermal+propagation+test>.

- 23A.1 Тепловое рассеяние
- В порядке обеспечения общей безопасности транспортных средств с ПЭАС, содержащей легковоспламеняющийся электролит, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию опасных факторов среды, обусловленных тепловым рассеянием (причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента).
- С целью убедиться, что опасность теплового рассеяния предотвратима либо исключена в силу конструкции транспортного средства, прибегают к любому (одному или нескольким) из трех рекомендуемых методов инициирования (по усмотрению изготовителя и при условии продолжающегося теплового рассеяния).
- 23A.2 Испытание на тепловое рассеяние
- Испытание проводят в соответствии с пунктом 23В.
- a) Если теплового пробоя не происходит, значит испытываемое устройство отвечает требованиям по тепловому рассеянию для конкретного метода инициирования теплового пробоя. С тем чтобы обеспечить предотвращение теплового рассеяния изготовителю следует удостовериться – посредством остающихся двух подходящих методов инициирования, описанных в пункте 23В.3.2, – что теплового пробоя никогда не происходит.
- b) Если тепловой пробой происходит:
- i) испытание на сборке. Если в течение пяти минут после активации предупреждения о тепловом явлении<sup>3</sup> не наблюдается внешнее возгорание или не происходит взрыв, значит испытываемое устройство отвечает требованиям по тепловому рассеянию. Наблюдение осуществляют путем визуального осмотра без разборки испытываемого устройства;
- ii) испытание на транспортном средстве. Если в течение пяти минут после активации предупреждения о тепловом явлении не наблюдается внешнее возгорание или не происходит взрыв, а в пассажирском салоне не начинается задымление, значит испытываемое транспортное средство отвечает требованиям по тепловому рассеянию. Наблюдение осуществляют путем визуального осмотра без разборки испытываемого устройства.
- 23В Процедуры испытаний
- 23В.1 Цель
- Цель испытания на тепловое рассеяние состоит в том, чтобы обеспечить безопасность находящихся в транспортном средстве водителя и пассажиров, если в системе аккумуляторных батарей произойдет тепловой пробой.
- 23В.2 Оборудование
- Это испытание проводят с использованием транспортного средства либо ПЭАС в сборе или же связанных(ой) с ПЭАС подсистем(ы), включая элементы и их электрические соединения. Если изгото-

<sup>3</sup> Если в испытываемой ПЭАС предупреждающее устройство не предусмотрено, то логический протокол для активации предупреждающего устройства следует описать в протоколе испытания, указав, что предупреждение о тепловом явлении будет активировано до того, как вне сборки можно будет наблюдать возгорание или взрыв.

тель предпочитает проводить испытание с использованием связанных(ой) с ПЭАС подсистем(ы), то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления (система управления аккумуляторной батареей (СУАБ) или другие устройства) ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, он должен быть включен, с тем чтобы подавать предупреждающий сигнал.

### 23В.3 Процедуры

#### 23В.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре  $25\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют степень зарядки (СЗ) в соответствии с пунктом 6.2.1;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства;
- d) испытание можно проводить с использованием такого модифицированного испытуемого устройства, которое позволяет свести влияние произведенной модификации к минимуму. Изготовитель должен представить перечень внесенных изменений;
- e) во избежание воздействия ветра испытание проводят в закрытом помещении или укрытии.

#### 23В.3.2 Метод инициирования

В качестве подходящих методов испытания с точки зрения практичности и повторяемости были выбраны три различных метода инициирования теплового пробоя в каком-либо одном топливном элементе.

Изготовитель может выбрать один из предложенных методов для инициирования теплового пробоя.

Одним из возможных методов является нагревание. Для инициирования теплового пробоя используют предпусковой нагреватель двигателя, пленочный нагреватель или иное нагревательное устройство. Если предпусковой нагреватель имеет тот же размер, что и ячейка элемента, то один из составных элементов заменяют на нагреватель. Если же предпусковой нагреватель меньше ячейки элемента, то его можно установить в модуле, соприкасающемся с поверхностью иницируемого элемента. Если используется пленочный нагреватель, то его размещают на поверхности иницируемого элемента.

Два других альтернативных метода предполагают проникновение стержня и избыточную зарядку, что требует минимальной модификации системы аккумуляторных батарей. Для проведения испытания на проникновение стержня необходимо предварительно просверлить отверстие в защитном кожухе системы аккумуляторных батарей. Для испытания на избыточную зарядку необходимо присоединить к иницируемому элементу внешние провода для обеспечения избыточной зарядки.

- a) Проникновение стержня. Испытание на проникновение стержня проводят при соблюдении следующих условий:
  - i) материал: [сталь];
  - ii) диаметр: [3 мм или более];
  - iii) форма наконечника: [округлый конус, угол 20–60°];

- iv) скорость: [0,1~10 мм/с];
- v) положение и направление. Выбирают положение и направление, позволяющие вызвать тепловой пробой в топливном элементе (например, в вертикальном направлении к электродному слою). Допустимо введение стержня через отверстие топливного элемента, предназначенное для стравливания, если происходит тепловой пробой. В таком случае топливный элемент, который пробит стержнем, называют «инициируемым элементом».

Если тепловой пробой не происходит и испытание на проникновение стержня прекращено, см. пункт 23А.

- b) Нагревание. Нагревание проводят при соблюдении нижеследующих условий
  - i) Схема. Используют планальный или стержневой нагреватель с керамическим, металлическим или изоляционным покрытием. По возможности, площадь нагрева нагревателя, соприкасающаяся с топливным элементом, не должна превышать площадь поверхности топливного элемента.
  - ii) Процедура нагревания. После установки нагреватель разогревают до его максимальной мощности. Иницирование прекращают, как только происходит тепловой пробой или если температура, измеряемая в соответствии с пунктом 23В.3.2, превышает 300 °С. Момент прекращения иницирования путем нагревания должен наступать в течение 30 минут.
  - iii) Заданное положение. Площадь нагрева нагревателя напрямую соприкасается с поверхностью топливного элемента. Нагреватель устанавливают таким образом, чтобы он передавал свое тепло иницируемому топливному элементу. Положение нагревателя коррелируется с положением датчика температуры, как указано в пункте 23В.3.б.

Если тепловой пробой не происходит и испытание нагреванием прекращено, см. пункт 23А.

- [c) Избыточная зарядка

Иницируемый элемент подвергают избыточной зарядке от источника постоянного тока (уровень 1/3С~1С; предоставляется изготовителем). Зарядку продолжают до тех пор, пока не произойдет тепловой пробой либо СЗ иницируемого элемента не достигнет 200% СЗ. Любые другие топливные элементы системы аккумуляторных батарей не должны подвергаться избыточной зарядке.

Если тепловой пробой не происходит и избыточная зарядка прекращена, см. пункт 23А].

### 23В.3.3 Обнаружение теплового пробоя

Тепловой пробой можно обнаружить по следующим параметрам:

- i) замеренное напряжение иницируемого элемента падает;
- ii) замеренная температура превышает максимальное значение рабочей температуры, указанное изготовителем;
- iii)  $dT/dt \geq 1$  °С/с измеренной температуры.

О наличии теплового пробоя можно судить и по следующим признакам:

- a) выявлены как i), так и iii), или
- b) выявлены как ii), так и iii).

Если тепловой пробой не происходит и испытание прекращено, см. пункт 23А.

Определение замеренной температуры дано в пункте 23В.3.6.

#### 23В.3.4 Выбор метода инициирования

Метод инициирования выбирает изготовитель.

#### 23В.3.5 Выбор иницируемого топливного элемента

Для инициирования отбирают топливный элемент, который доступен для выбранного триггерного метода, описанного в пункте 23В.3.2, причем тепло от нагревания этого элемента, обусловленного тепловым пробоем, должно наиболее легко передаваться соседним топливным элементам. Например, выбирают элемент, ближе всех расположенный к центру корпуса аккумуляторной батареи, либо тот, который окружен другими топливными элементами, что затрудняет рассеяние излучаемого иницируемым элементом тепла.

#### 23В.3.6 Измерение напряжения и температуры

Для целей обнаружения теплового пробоя иницируемого топливного элемента измеряют напряжение и температуру.

При измерении напряжения отход от исходной схемы электрической цепи не допускается.

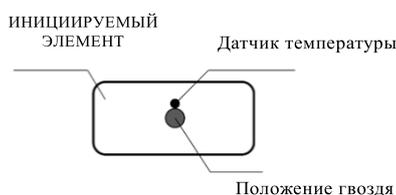
Замеренная температура – это максимальное значение температуры А, определение которой приведено ниже. Погрешность датчика температуры должна быть в пределах  $\pm 2$  °С при интервале измерения менее 1 с. Диаметр наконечника датчика составляет менее 1 мм.

Температура А: максимальная температура на поверхности иницируемого топливного элемента, измеренная в ходе испытания.

При схеме испытания на проникновение стержня датчик температуры устанавливают как можно ближе к точке короткого замыкания (см. рис. 1).

Рис. 1

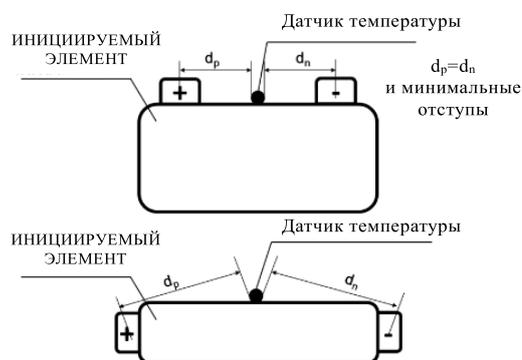
#### Пример заданных положений датчика температуры при испытании на проникновение стержня



*Примечание:* При испытании на избыточную зарядку датчик температуры размещают на поверхности топливного элемента на равном удалении от обеих клемм аккумуляторной батареи и как можно ближе к ним.

Рис. 2

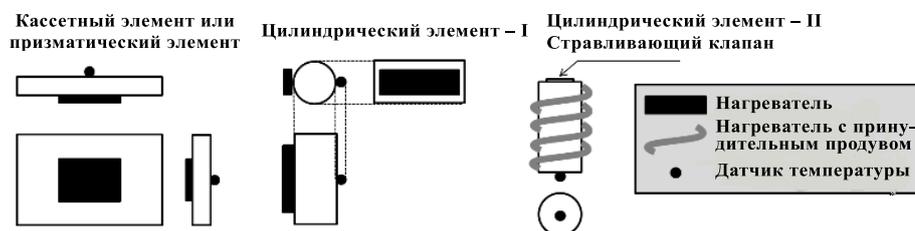
### Пример заданных положений датчика температуры при испытании на избыточную зарядку



*Примечание:* При схеме испытания с использованием нагревателя датчик температуры устанавливают на дальней стороне теплопроводности, например противоположно тому месту, где размещен нагреватель (см. рис. 3). Если применить датчик температуры напрямую представляется затруднительным, то его устанавливают в том месте, где можно зафиксировать постоянное повышение температуры в иницируемом топливном элементе.

Рис. 3

### Пример заданных положений нагревателя и датчика температуры при испытании нагреванием



## D. Принцип разработки глобальных технических правил

24. В настоящих ГТП рассматриваются специфические факторы риска в плане безопасности, связанные с ЭМ и их компонентами, с учетом следующих аспектов:

- a) обеспечение уровня безопасности, эквивалентного уровню безопасности обычных транспортных средств с двигателем внутреннего сгорания, а также предотвращение присущих конкретно ЭМ опасных явлений при сохранении надлежащей степени надежности;
- b) выявление и оценка потенциальных факторов риска в плане безопасности в зависимости от соответствующего состояния транспортного средства, а именно:
  - i) при обычных условиях эксплуатации (в режиме, допускающем движение, и во время парковки),
  - ii) при обычных условиях эксплуатации (в процессе зарядки/запитки от внешнего источника),
  - iii) при аварии (во время и после столкновения);

- c) подтверждение соответствия безопасности всей системы батарей транспортного средства (например, СУАБ);
- d) в максимально возможной степени основываться на эксплуатационных характеристиках, с тем чтобы не сдерживать будущее развитие технологий;
- e) обеспечение целесообразности, практической применимости и эффективности;
- f) разработка и утверждение – причем с учетом различия соответствующих ЭМ, находящихся в эксплуатации, в плане габаритов, компоновок и материалов (например, типа ПЭАС) – повторяемых и воспроизводимых процедур проведения испытаний;
- g) поскольку безопасность в процессе зарядки/запитки от внешнего источника нельзя обеспечить за счет предъявления к транспортным средствам юридических требований, неофициальная рабочая группа будет ориентироваться на комплексный подход к общей безопасности транспортного средства и инфраструктуре зарядки/запитки от внешнего источника путем указания соответствующим заинтересованным сторонам подлежащих учету параметров транспортных средств.

25. Настоящие ГТП были разработаны в порядке учета различных подходов к процессу сертификации транспортных средств. Ниже приводятся примеры двух основных систем, используемых Договаривающимися сторонами.

#### **1. Система самосертификации, принятая в Соединенных Штатах Америки**

26. Ответственность за подтверждение того, что каждое механическое транспортное средство и/или каждый предмет их оборудования по своим характеристикам полностью отвечает требованиям всех применимых федеральных стандартов безопасности автотранспорта (FMVSS) несет изготовитель автомобилей и/или предметов их оборудования. Стандартами FMVSS устанавливаются методы и условия проведения испытаний, служащих для оценки соответствия механического транспортного средства или предмета его оборудования применимым FMVSS. Однако для целей сертификации своих транспортных средств изготовители могут прибегать к альтернативным методам. В этом случае изготовители, использующие для сертификации своих транспортных средств и предметов оборудования альтернативные методы, несут ответственность за обеспечение того, чтобы такие транспортные средства и такое оборудование отвечали требованиям применимых FMVSS при их оценке методами, предусмотренными в данных стандартах.

27. В обязанность изготовителя вменяется не только проведение первоначальной сертификации, но также контроль за неизменным соответствием автотранспортных средств и/или предметов их оборудования предъявляемым требованиям на протяжении всего производственного цикла. Правительство Соединенных Штатов не предписывает изготовителю обязательное применение какой-либо конкретной программы контроля качества. Данное решение оставляется на усмотрение изготовителя. Вместе с тем для решения этой задачи и в порядке обеспечения того, чтобы вся изготовленная продукция по своим эксплуатационным характеристикам не отличалась от исходных, требуется наличие эффективной программы контроля качества, предусматривающей проведение на периодической основе проверок и испытаний механических транспортных средств и/или предметов их оборудования, отбираемых наугад с линии сборки в поточном производстве.

## **2. Процесс официального утверждения типа; система, принятая в Европейском союзе**

28. В основе принятой в Европе схемы официального утверждения лежат концепция «официального утверждения типа» и процедура подтверждения ответственности производства; тем самым предусматривается механизм обеспечения того, что транспортное средство определенного типа и его компоненты отвечают соответствующим экологическим требованиям, а также требованиям в области безопасности. До поступления на рынок какой-либо конкретной страны (причем не обязательно той, где было предоставлено официальное утверждение типа) тип транспортного средства и его компонентов должен быть сертифицирован и официально утвержден назначенным национальным органом по официальному утверждению<sup>4</sup>. Такая процедура сертификации предусматривает проведение испытаний, собственно сертификацию и оценку соответствия производства. После получения официального утверждения комплектное транспортное средство может продаваться на всей территории Европейского союза (ЕС) без необходимости проведения дополнительных испытаний для официального утверждения. К каждому транспортному средству изготовителем должна прилагаться декларация (свидетельство о соответствии) о том, что данное транспортное средство соответствует официально утвержденному типу и что орган по официальному утверждению типа проверил соответствие производства.

29. В соответствии с положениями Соглашения 1958 года, касающегося принятия единообразных технических предписаний, официальное утверждение частей и предметов оборудования транспортных средств, предоставленное назначенным национальным органом по официальному утверждению (в том числе из страны, не входящей в ЕС) на основании тех или иных правил ООН, признается всеми государствами – членами ЕС и другими Договаривающимися сторонами Соглашения 1958 года (например, Российской Федерацией, Японией) в качестве эквивалентного отечественному официальному утверждению. Таким образом, части и предметы оборудования, официально утвержденные на основании правил ООН, признаются для целей действующей в ЕС процедуры официального утверждения комплектного транспортного средства.

## **Е. Технические соображения и обоснование**

### **1. Область применения/Сфера охвата**

30. Применение требований настоящих ГТП распространяется на пересмотренную классификацию транспортных средств и определения, изложенные в Специальной резолюции № 1, касающейся общих определений категорий, массы и размеров транспортных средств (СпР.1), в контексте Глобального соглашения 1998 года.

31. Поскольку в ближайшем будущем планируется наращивать производство легковых и большегрузных транспортных средств с электроприводом, причем при аналогичных условиях эксплуатации таким транспортным средствам присущи одинаковые потенциальные риски безопасности, то в настоящих Правилах рассматриваются ожидаемые эксплуатационные требования, которые предъявляются к транспортным средствам категорий 1 и 2.

32. В некоторых регионах мира транспортные средства малой массы с ограничениями по скорости, которые эксплуатируются исключительно в условиях более низких скоростей, не обязательно должны соответствовать высоким уровням безопасности, предписанным для более скоростных транспортных средств, таких как автомобили категорий М и N, которые эксплуатируются во всех скоростных условиях, включая высокоскоростные режимы.

<sup>4</sup> В соответствии с приложением I документа ECE/TRANS/WP.29/343/Rev.24 – Статус Соглашения, прилагаемых к нему правил и поправок к ним – Пересмотр 24.

33. Аналогичным образом в ряде регионов мира транспортные средства малой массы, которые можно эксплуатировать во всех скоростных условиях, в настоящее время не подлежат жесткому регулированию и/или пользуются преимуществами более мягких требований безопасности. В порядке обеспечения соответствия высоким уровням безопасности, установленным для высокоскоростных транспортных средств, применительно к транспортным средствам категорий М и N требуется дальнейшее регулятивное упорядочение, поскольку при повышенных скоростях возрастает вероятность попадания их в аварии и дорожно-транспортные происшествия.

34. Кроме того, требуется дальнейшая работа по проведению всеобъемлющего анализа затрат и выгод, а также обстоятельному рассмотрению изменений или внесению поправок в протоколы испытаний и соответствующие требования, которые необходимы для непосредственного применения правил, касающихся транспортных средств категории М, к категории «автомобилеподобных» транспортных средств малой массы, имеющих огороженный пассажирский салон.

35. Поэтому Договаривающиеся стороны Соглашения 1998 года решили исключить из области применения настоящих ГТП:

- a) все транспортные средства с четырьмя или более колесами, порожняя масса которых не превышает 350 кг без учета массы тяговых батарей, максимальная расчетная скорость которых не превышает 45 км/ч и у которых – в случае гибридных электромобилей – рабочий объем цилиндров двигателя, если это двигатель внутреннего сгорания с искровым (принудительным) зажиганием, и номинальная максимальная мощность в режиме длительной нагрузки, если это электродвигатели, не превышают соответственно 50 см<sup>3</sup> и 4 кВт; либо – в случае аккумуляторных электромобилей – номинальная максимальная мощность которых в режиме длительной нагрузки не превышает 4 кВт; и
- b) транспортные средства с четырьмя или более колесами, не подпадающие под подпункт а) выше, порожняя масса которых не превышает 450 кг (или 650 кг для транспортных средств, предназначенных для перевозки грузов) без учета массы тяговых батарей, а номинальная максимальная мощность которых в режиме длительной нагрузки не превышает 15 кВт.

36. Хотя производство большегрузных транспортных средств и отстает от производства пассажирских транспортных средств с точки зрения разработки и внедрения автомобилей с электроприводом, в последние годы на рынке отмечается устойчивый рост количества автобусов и грузовиков с гибридными конструкциями (гибридные электромобили (ГЭМ), подзаряжаемые гибридные электромобили (ПГЭМ), транспортные средства на топливных элементах (ТСТЭ)) и полных аккумуляторных электромобилей (АЭМ). В настоящее время в аккумуляторных батареях для большегрузных транспортных средств применяются те же технологические решения, что и в аккумуляторных батареях для легковых автомобилей. Поэтому неофициальная рабочая группа решила изучить вопрос о том, в какой степени требования, изложенные в настоящих Правилах, можно применять к большегрузным транспортным средствам, т.е. к транспортным средствам категорий 1 и 2, имеющим полную массу транспортного средства (ПМТС) свыше 4 536 кг.

37. Решение посвятить несколько отдельных глав настоящих Правил большегрузным транспортным средствам обусловлено четырьмя причинами:

- a) Договаривающиеся стороны и изготовители пассажирских транспортных средств выразили общую обеспокоенность по поводу того, что включение в сферу охвата большегрузных транспортных средств замедлило бы процесс технических обсуждений и, следовательно, общий график разработки настоящих правил будет постав-

лен под угрозу. Было решено сформировать отдельную целевую группу, которой предстоит оценить применимость испытаний и требований исключительно в отношении большегрузных транспортных средств и, в случае необходимости, предложить изменения и исключения;

- b) обособление пассажирских и легких транспортных средств неиндивидуального пользования от транспортных средств большой грузоподъемности способствует обеспечению более целостного подхода и повышению удобства в использовании, что обусловлено присущими этим двум платформам технологическими различиями и необходимостью соответствующим образом адаптировать нормативные требования;
- c) в будущем направленность процесса разработки ПЭАС, системной интеграции и внедрения соответствующих технологических решений, по всей видимости, будет отличаться от направленности развития технологии легкового автомобиля, например, в таких аспектах, как выбор технологий аккумуляторной батареи, оптимизация эксплуатационных характеристик, оптимальные решения для зарядки и т.д. Данная тенденция уже начинает проявляться в технологиях зарядки, поскольку в этой сфере отрасль производства большегрузных транспортных средств движется в направлении, призванном свести участие человека в процессах зарядки к минимуму (здесь можно упомянуть пантографы, индуктивные зарядные плиты, электрифицированные дороги и т.д.). Обособление в рамках настоящих Правил требований, предъявляемых к большегрузным транспортным средствам, облегчает проведение будущих пересмотров в случаях, когда технические различия между этими группами транспортных средств станут еще более явными;
- d) Договаривающиеся стороны Соглашения 1998 года предложили оставить принятие правил по большегрузным транспортным средствам на усмотрение самих Договаривающихся сторон, что упрощается за счет обособления таких транспортных средств в нормативном тексте.

38. Существенное различие между изготовителями легковых автомобилей и большегрузных транспортных средств состоит в том, что последних в значительной степени можно назвать своеобразными «интеграторами» транспортных средств. Изготовитель большегрузных транспортных средств нередко производит не только укомплектованные, но и неукомплектованные транспортные средства (например, ходовую часть). Неукомплектованные транспортные средства впоследствии дорабатываются третьей стороной, ответственной за создание конструкции кузова. Кроме того, области применения большегрузных транспортных средств, особенно грузовиков, зачастую являются самыми различными, а посему на разных этапах эксплуатации их оснащают разными конструкциями кузова. Таким образом, последствия, условия и ограничения, касающиеся испытаний на транспортном средстве, необходимо подробно рассматривать с точки зрения большегрузных транспортных средств, уделяя особое внимание соответствию неукомплектованного транспортного средства.

39. Предпринимательская деятельность, связанная с большегрузными транспортными средствами, имеет еще одну характерную черту: существует огромное число вариантов транспортных средств, созданных на базе одного и того же шасси, при этом каждое транспортное средство сконструировано/приспособлено для конкретного применения с учетом потребностей заказчика. Размещение, ориентация и крепление ПЭАС зависят от конкретных конструктивных элементов и ограничений, обусловленных способом применения и техническими условиями заказчика. Именно поэтому важнейшее значение в случае большегрузных транспортных средств приобретает испытание на компонентах, тогда как испытаний на транспортном средстве следует, насколько это возможно,

избегать, с тем чтобы бремя их проведения не оказывалось чрезмерно тяжким и неподъемным. На тот исключительный случай, когда оценить эффективность посредством испытания на компонентах не представляется возможным и испытания транспортного средства избежать нельзя, должна существовать установленная процедура отбора ограниченного комплекта репрезентативных конструкций транспортного средства для испытаний на предмет соответствия всего модельного ряда. Принципы выбора модели по своему характеру должны соотноситься с конкретным испытанием и основываться на четко определенной цели испытания.

40. Кроме того, если расширять сферу охвата настоящих Правил, имея целью включить большегрузные транспортные средства, то крайне важно обеспечить такое положение, при котором требования к эффективности, устанавливаемые в качестве приемлемых для пассажирских транспортных средств, не становились бы технологически ограничительными для разработки большегрузных транспортных средств. Это особенно важно в отношении критериев, с большой долей вероятности могущих стать рыночным нормативом для компонентов.

## 2. Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства

### a) Обоснование требований к электробезопасности

41. Неисправность высоковольтной системы может привести к поражению (человека) электрическим током. Причиной такого поражения может стать любой источник электроэнергии, обеспечивающий прохождение достаточного по силе тока через кожу, мышцы или волосы человека. Как правило, выражение «электрический удар» используется для обозначения непредусмотренного воздействия электричества, последствия которого считаются нежелательными.

42. Минимальная сила тока, которую способен ощутить человек, зависит от вида электрического тока (переменный или постоянный) и его частоты. Человек в состоянии почувствовать по крайней мере 1 мА (эффективное значение) переменного тока при 60 Гц, хотя для постоянного тока данный показатель составляет минимум 5 мА. Электрический ток, если он является достаточно высоким, может стать причиной повреждения тканей или фибрилляции, вызывающей остановку сердца. Фибрилляцию может вызвать переменный ток силой 60 мА (эффективное значение, 60 Гц) или постоянный ток силой 300–500 мА.

43. Длительное воздействие постоянным электрическим током напряжением 120 В и частотой 60 Гц является особенно опасной причиной вентрикулярной фибрилляции, поскольку такой ток обычно превышает уровень, при котором человек сохраняет контроль над своим телом, но при этом не передает телу первоначальную энергию, достаточную для того, чтобы оттолкнуть его от источника тока. Вместе с тем потенциальная серьезность поражения электротоком зависит от того, какие органы он затрагивает.

44. При напряжении менее 200 В основное сопротивление прохождению тока через тело человека в случае широкомасштабного поражения через две точки на теле оказывает кожа. Однако электропроводность кожи не является линейной. Если напряжение превышает 450–600 В, то диэлектрическая способность кожи нарушается. Степень защиты от тока, обеспечиваемая кожей, уменьшается при потении, процесс которого ускоряется, если электроток в течение продолжительного периода времени вызывает более быстрое сокращение мышц по сравнению с уровнем, при котором человек сохраняет контроль над своим телом.

### b) Эксплуатационные требования

45. Под «эксплуатационными требованиями» понимаются технические характеристики, которым должны отвечать транспортные средства, с тем чтобы избежать опасности поражения водителя и пассажиров электромобиля электри-

ческим током в обычных условиях эксплуатации (т.е. в условиях отсутствия повреждений или неисправностей).

46. Эти требования в первую очередь распространяются на электропривод, работающий под высоким напряжением, а также на высоковольтные компоненты и системы, которые имеют гальваническое соединение.

47. Во избежание поражения электрическим током обеспечивают защиту людей от прямого контакта с частями под напряжением (токопроводящими частями, предназначенными для работы под напряжением в обычных условиях эксплуатации).

48. Защиту от прямого контакта внутри пассажирского салона проверяют с помощью стандартного испытательного провода (IPXXD) (см. рис. 4).

Рис. 4

#### Стандартный испытательный провод



49. Вне салона для проверки возможности контакта с частями под напряжением используют стандартный испытательный штырь (IPXXB), показанный на рис. 5.

Рис. 5

#### Стандартный испытательный штырь



50. Кроме того, незащищенные токопроводящие части (части, до которых можно дотронуться стандартным испытательным штырем и которые оказываются под напряжением при нарушении изоляции) также должны быть защищены от непрямого контакта. Это означает, что, например, токопроводящие ограждения или кожухи должны быть надежно подсоединены гальваническим методом к электрической массе.

51. Помимо защиты от прямого и непрямого контакта, для систем переменного и постоянного тока необходимо обеспечить сопротивление изоляции. Сопротивление изоляции, измеренное по отношению к электрической массе, является физическим параметром, характеризующим максимальную силу тока, который может пройти через тело человека, не причиняя ему вреда.

52. Хотя системы постоянного тока менее опасны для человека (см. пункт 5.1.1.2.4.1), все же необходимо обеспечить сопротивление 100 Ом/В. Для систем переменного тока требуется обеспечить сопротивление не менее 500 Ом/В.

53. Предъявляемые к сопротивлению изоляции требования на уровне 100 Ом/В для постоянного тока и 500 Ом/В для переменного тока предпола-

гают максимальную силу тока, проходящего через тело человека, на уровне 10 мА и 2 мА соответственно.

*c) Требования в ходе зарядки*

54. Транспортные средства с ПЭАС, которые можно заряжать посредством кондуктивного соединения с заземленным внешним источником электропитания, должны иметь устройство, обеспечивающее во время зарядки кондуктивное соединение электрической массы с «землей». Это гарантирует, что если при зарядке произойдет пробой электрической изоляции источника высоковольтного напряжения, а человек соприкоснется с массой транспортного средства, то величина электрического тока, проходящего через тело человека, будет весьма незначительной и в безопасных пределах. Объясняется это тем, что ток пойдет по пути наименьшего сопротивления, и, следовательно, основной ток, образовавшийся в результате пробоя электрической изоляции, пройдет через заземление, а не через тело человека.

55. Электрическая изоляция от массы высоковольтных источников, которые присоединяются к входному соединительному устройству на транспортном средстве в ходе кондуктивной зарядки (посредством соединения с внешним источником электропитания переменного тока), должна иметь сопротивление не менее 500 Ом/В. Тем самым обеспечивается, что величина тока утечки в ходе зарядки будет меньше величины, необходимой для срабатывания устройства защитного отключения (УЗО) или прерывателя зарядной цепи (ПЗЦ). В ходе зарядки, осуществляемой путем соединения с внешним источником электропитания переменного тока, защиту обеспечивают УЗО и ПЗЦ, расположенные во внешнем оборудовании системы электроснабжения электромобиля (т.е. в зарядном соединителе). Электрическая изоляция высоковольтных источников питания, имеющая сопротивление 500 Ом/В, необходима исключительно для обеспечения достаточно низких уровней тока утечки, с тем чтобы при штатных условиях зарядки не срабатывали УЗО и ПЗЦ. Требования к УЗО и ПЗЦ установлены в соответствующих национальных и международных стандартах – в частности статье 625 Национальных электротехнических правил (NEC) и стандарте 2954 компании Underwriters Laboratory (UL) – и прописаны в законодательстве различных стран и штатов. Поэтому в настоящих Правилах, вероятно, нет необходимости конкретизировать требования к УЗО и ПЗЦ в зарядных соединителях. Каждая Договаривающаяся сторона может оценить такую необходимость исходя из требований к эксплуатации электроустановок в своей стране.

*d) Требования к последствиям столкновения*

56. Под требованиями к последствиям столкновения понимаются технические характеристики, которым транспортные средства должны отвечать после удара, с тем чтобы избежать любой опасности поражения водителя и пассажиров или сотрудников экстренных оперативных служб электрическим током. Они не предусматривают описание порядка нанесения удара; данный вопрос решается каждой Договаривающейся стороной Соглашения 1998 года.

57. Эти требования в первую очередь распространяются на электропривод, работающий под высоким напряжением, а также на высоковольтные компоненты и системы, которые имеют гальваническое соединение с ним.

58. После столкновения транспортного средства должно быть обеспечено соответствие по следующим четырем критериям, которые подтверждают безопасность его систем. Это будет означать, что остаточный «электрический уровень» высоковольтных систем более не представляет опасности для водителя и пассажиров транспортного средства или сотрудников экстренных оперативных служб.

### 3. Обоснование критерия «отсутствия высокого напряжения»

59. В большинстве конструкций электромобилей используются электрические контакторы, позволяющие отключить высокое напряжение силовой аккумуляторной батареи в случае столкновения или какого-либо нарушения изоляции. Для таких конструкций процедура испытания электрической изоляции не подходит, поскольку разность потенциалов между высоковольтной системой и массой будет нулевой, что ставит нуль в знаменатель уравнения для расчета изоляции.

60. По всей видимости, имеется согласие относительно того, что низкое напряжение (величины напряжения менее 60 В постоянного тока или 30 В переменного тока) является приемлемым вариантом для обеспечения электробезопасности после столкновения. Классификация SAE J1766 (в редакции 2005 года), исправляя данное упущение, однозначно признает низкое напряжение в качестве второго варианта для целей электробезопасности при столкновении. Тем более что данный вариант был впоследствии принят в рамках FMVSS № 305. Кроме того, на основании последней поправки к правилам № 12, 94 и 95 ООН данный вариант также утвержден как альтернатива сопротивлению изоляции.

### 4. Обоснование критерия «низкого запаса энергии»

61. Справочная информация и терминология. Исходное сопротивление тела человека, принимаемое в настоящем обосновании за  $R_i$ , играет ключевую роль в последующих расчетах. Величина  $R_i$  является переменной, поскольку основывается на ряде факторов и, следовательно, на практике может охватывать широкий круг значений. Ввиду того, что тяжесть поражения человека электрическим током обычно возрастает по мере прохождения тока через тело человека, и поскольку, согласно закону Ома, сила тока обратно пропорциональна сопротивлению кожи, в настоящем документе рассматривается минимальное возможное значение  $R_i$ , соответствующее наименьшему уровню энергии, который может оказать опасное воздействие. В настоящем обосновании используется минимальное значение  $R_i$ , равное 500 Ом (исходя из пункта 4.6 стандарта TS 60479-1:2005 Международной электротехнической комиссии (МЭК)).

62. Обоснование предела энергии. Как с физиологической, так и практической точек зрения имеются веские причины, по которым низкий запас энергии является подходящим вариантом для целей обеспечения электробезопасности в условиях после столкновения. Во-первых, это целостность. В специальных изданиях наблюдается широкий консенсус в отношении того, что воздействие электроэнергии, причем даже электрической энергии высокого напряжения, не чревато для человека какими-либо долгосрочными опасными последствиями при условии, что суммарная величина энергии, получаемой человеком, достаточно низка. Вторым доводом в пользу включения низкоэнергетического варианта выступают вопросы практического применения, связанные с конструированием высоковольтных систем, отвечающих критериям надежной изоляции или низкого напряжения. В автомобильных высоковольтных системах, как правило, используется некоторое количество конденсаторов, соединенных с высоковольтными шинами, и после столкновения не во всех случаях практически целесообразно разряжать каждый конденсатор. Руководствуясь указаниями по безопасному ограничению энергии, изготовители транспортных средств получают необходимую гибкость при конструировании изделий, которые гарантируют безопасность, но при этом не сопряжены с ненужными и обременительными затратами.

63. Установление соответствующих значений сопротивления тела. Исходное сопротивление тела человека, принимаемое в настоящем обосновании за  $R_i$ , играет ключевую роль в последующих расчетах. Величина  $R_i$  является переменной, поскольку основывается на ряде факторов и на практике может охватывать широкий круг значений. Ввиду того, что тяжесть поражения человека электрическим током обычно возрастает по мере прохождения тока через тело человека и что, согласно закону Ома, сила тока обратно пропорциональна сопротивле-

нию кожи, за основу расчетов по определению допустимых пределов максимальных уровней энергии берутся те значения  $R_i$ , которые отражают достаточно объективные сценарии контакт/поражение, т.е. ситуации, вполне возможные в реальной жизни.

64. При оценке риска, связанного с электрическим импульсом (например, разряд конденсатора), сопротивление тела является функцией напряжения на начальном этапе электрического импульса. В реальной жизни при емкостных разрядах напряжение достигает пика в начале импульса и спадает по мере разрядки конденсатора.

65. В таблице 10 стандарта TS 60479-1 МЭК подробно показано общее сопротивление тела  $R_t$  в случае протекания тока по петле «рука–рука» при больших площадях контакта и в сухих условиях. Что касается соприкосновения в условиях влажности, то величины, приведенные в таблице 2 стандарта TS 60479-1 МЭК, являются достаточно точными/стабильными для постоянного тока. Контакт, при котором ток проходит по петле «рука–рука», представляет собой наиболее репрезентативный тип контакта, которого следует ожидать в реальных условиях эксплуатации электромобиля. В стандарте TS 60479-1 МЭК также содержится информация, позволяющая рассчитать величины сопротивления внутренних органов и уровни риска вентрикулярной фибрилляции («сердечные факторы») в случае других вариантов контакта и/или петли прохождения тока через тело человека.

66. Наиболее низкое сопротивление внутренних органов отмечается при сценарии прохождения тока по петле «рука–ноги». Однако такой сценарий представляется в высшей степени маловероятным, поскольку сотрудники экстренных оперативных служб и другие люди, которые скорее всего будут прикасаться к транспортному средству после столкновения, будут в защищенной (и изолированной) обуви. К тому же, для того чтобы замкнуть собою цепь (и, следовательно, подвергнуться опасному воздействию электрического тока), человек должен одновременно поставить ногу и положить одну из рук на отдельные части транспортного средства, имеющие разный электрический потенциал. Нет никакой опасности поражения током, если человек просто прикасается к транспортному средству рукой, стоя обеими ногами на земле.

67. В предлагаемой аналитической выкладке рассчитывается риск электрического удара при обоих сценариях, при этом следует отметить, что оба сценария входят в зоны приемлемого риска, изложенные в стандарте TS 60479-1 МЭК. В таблице 1 ниже дано сравнение величин сопротивления тела при разных исходных данных: в первом случае – это 5-процентная доля населения, значительная площадь контакта, влажность и прохождении тока по цепи «рука–рука», во втором – наиболее стабильная 5-процентная доля населения, значительная площадь контакта, влажность и прохождении тока по цепи «рука–ноги».

68. У наименьших 5% населения величины сопротивления тела (при значительной площади контакта, при влажности и при прохождении тока по цепи «рука–рука») колеблются от 1 175 Ом при напряжении 25 В до асимптотической величины 575 Ом при напряжении  $\geq 1\ 000$  В постоянного тока. Если же эти величины скорректировать по отношению к значительной площади контакта, влажности и протеканию тока по цепи «рука–нога», то величины сопротивления тела колеблются от 1 022 Ом при 25 В до 500 Ом при напряжении  $\leq 1\ 000$  В постоянного тока. В таблице 1 ниже представлены величины сопротивления тела, используемые в настоящей аналитической выкладке в качестве одной из функций начального (наивысшего) напряжения, подаваемого при инициировании электрического импульса (емкостного разряда).

Таблица 1

**Величины максимального общего сопротивления тела у 5-процентной доли населения при значительной площади контакта во влажных условиях при контактном напряжении, проходящем по цепи «рука–рука» и по цепи «рука–нога»**

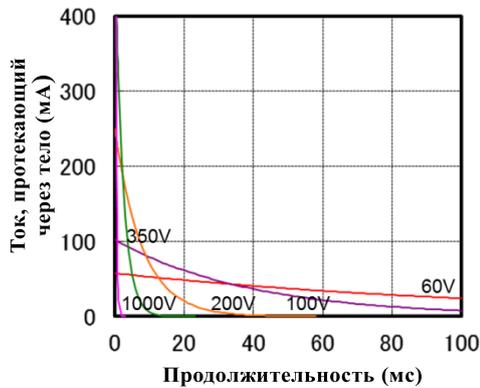
Напряжение (В)	Величины общего сопротивления тела ( $R_t$ ), не превышаемые у 5% населения	
	Значительная площадь контакта/цепь «рука–рука»/влажность (Ом)	Значительная площадь контакта/цепь «рука–нога»/влажность (Ом)
25	1 175	1 022
50	1 100	957
75	1 025	892
100	975	848
125	900	783
150	850	740
175	825	718
200	800	696
225	775	674
400	700	609
500	625	544
700	575	500
1 000	575	500

69. Расчет предельной величины энергии. Если предположить, что при разряде конденсатора сопротивление тела человека остается постоянным, то сила тока, проходящего через тело человека, постепенно будет снижаться в геометрической прогрессии (см. рис. 6). Если оценивать риски электрического удара при емкостных разрядах, то степень опасности для человека определяют два фактора: сила тока, протекающего через тело, и продолжительность разрядного импульса. Точнее говоря, в случае разрядных импульсов продолжительностью менее 10 мс используют предел пороговых величин вентрикулярной фибрилляции, показанных на рис. 20 стандарта TS 60479-2 МЭК, в то время как при разрядных импульсах продолжительностью более 10 мс используют величины, приведенные на рис. 22 стандарта TS 60479-1 МЭК. На рис. 6 ниже проиллюстрирован процесс снижения кривых зависимости «ток, протекающий через тело – время» для конденсаторов с полной энергией 0,2 Дж при сопротивлении перехода в контакте «рука–рука». Важно отметить, что чем выше начальное напряжение, тем короче длительность разрядного импульса.

Рис. 6

**Зависимость «сила тока, протекающего через тело – время» для конденсаторов с полной энергией 0,2 Дж при значительной площади контакта в цепи «рука–рука», при влажных условиях и при разных значениях контактного напряжения**

Характеристики тока, протекающего через тело



Петля «рука–рука»	
Напряжение	Сопротивл.
25	1175
50	1100
60	1039
75	1025
100	975
125	900
150	850
175	825
200	800
225	775
350	705
400	700
500	625
700	575
1000	575

70. В зависимости от начального уровня зарядки длительность этих импульсов может превышать 10 мс. Именно поэтому кривые риска поражения постоянным током и кривые риска возникновения вентрикулярной фибрилляции необходимо рассматривать вместе.

71. Мгновенные токи, протекающие через тело, могут быть сопоставлены с кривыми риска, приведенными в стандартах TS 60479-1 МЭК и TS 60479-2 МЭК, однако для более реалистичной оценки следует учитывать динамику изменений при протекании тока через тело на протяжении процесса разрядки. Именно поэтому международные стандарты учитывают этот повышенный риск посредством расчета эффективного значения (эфф. зн.) тока, протекающего через тело, и сравнения этого значения с соответствующими пределами риска. В стандартах МЭК и ОИАТ для проведения данного расчета используются несколько различные методы. В стандарте TS 60479-2 МЭК предлагается простой расчет (см. рис. 7), который дает значение в одной точке при длительности токового импульса 3Т. В стандарте же ОИАТ показатель «разряд тока, протекающего через тело/динамика изменений» соотносится с временным интервалом, где ток, протекающий через тело, выше 2 мА (ниже этого значения ток, протекающий через тело, считается щадящим). Это обеспечивает постоянную функцию, которую можно сопоставлять с пределами кривой риска в любой точке в течение разряда. Методика стандартов МЭК и ОИАТ проиллюстрирована на рис. 7 ниже.

Рис. 7

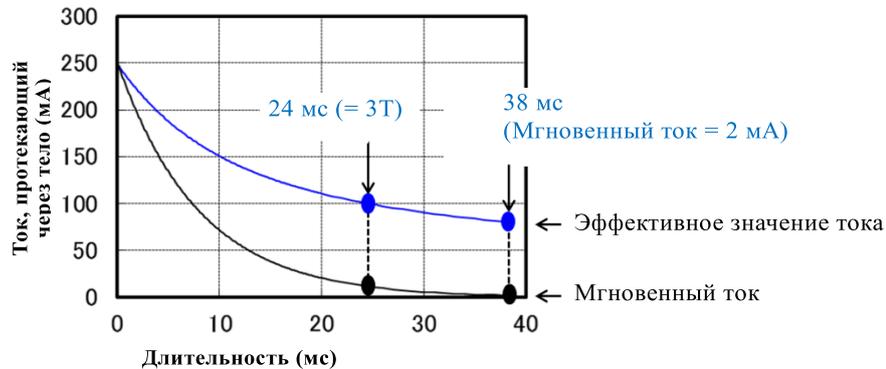
**Расчет эффективного значения тока ( $i_{\text{эфф.зн.}}$ ) по методике IEC/TS 60479-2 и SAE**

- IEC60479-2:  $i_{\text{эфф.зн.}} = i_{\text{(пик.)}}/\sqrt{6}$  (это дает значение в одной точке)

$$\text{SAE: } i_{\text{эфф.зн.}} = \sqrt{\frac{\int_0^T i(t)^2 dt}{T}} \quad (\text{постоянная функция, которую можно оценивать в любой точке})$$

Рис. 8

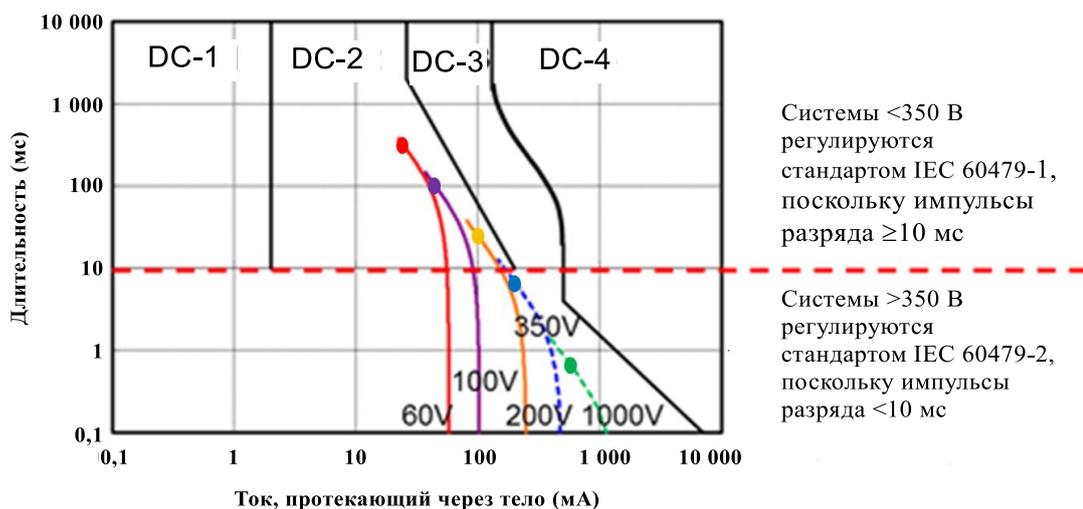
**Ток, протекающий через тело, для конденсатора с полной энергией 0,2 Дж (напряжение 200 В) при значительной площади контакта в цепи «рука–рука» при влажных условиях (сопротивление тела 800 Ом)**



72. На рис. 8 выше показаны величины протекающего через тело мгновенного тока в сравнении с эффективным значением тока, протекающего через тело, для разрядки конденсатора (200 В, 0,2 Дж) при расчете как по формуле МЭК (рассчитываемой в точке, где длительность импульса равняется 3T), так и по методу ОИАТ, согласно которому определяют момент падения мгновенного тока ниже 2 мА. Важно отметить, что и кривая мгновенного тока, и кривая эффективного значения тока начинаются с одинаковой величины, но расходятся по мере увеличения длительности импульса. Это логично, поскольку кривая эффективного значения приходится на возрастающие последствия риска, обусловленные увеличением длительности импульса.

Рис. 9

**Эффективное значение тока, протекающего через тело, конденсаторы с полной энергией 0,2 Дж, сопротивление тела при условиях: значительная площадь/влажность/петля «рука–рука»**



73. На рис. 9 выше графически представлены эффективные значения тока, протекающего через тело, для емкостных разрядов 0,2 Дж при начальном напряжении зарядки в диапазоне 60–1 000 В. Цветные кривые построены по методу ОИАТ, а цветные точки представляют собой точки, рассчитанные по формуле из стандарта TS 60479-2 МЭК. Как видно из данного рисунка, оба метода расчета дают одинаковые результаты в точке, рассчитанной по методике МЭК (при длительности 3T).

74. Кроме того, у конденсаторов с полной энергией 0,2 Дж при величинах напряжения зарядки ниже 350 В импульсы разрядки будут превышать 10 мс, и, следовательно, конденсаторы будут подвергаться предельным значениям риска, указанным в стандарте TS 60479-1 МЭК. Аналогичным образом у конденсаторов с полной энергией 0,2 Дж при величинах напряжения зарядки выше 350 В длительность импульсов разрядки будет менее 10 мс, и конденсаторы будут подвергаться предельным значениям риска, указанным в стандарте TS 60479-2 МЭК.

75. Исходя из вышеприведенных расчетов можно сделать вывод, что максимальный уровень накопленной конденсатором энергии не превысит показателя DC-2, а предельное значение C1 составит 0,28 Дж. Данный уровень на 40% выше по сравнению с предельной величиной 0,2 Дж, установленной в требованиях ГТП. Важно отметить, что оба метода (МЭК и ОИАТ) дают результаты, которые не превышают границ DC-2 и C1.

76. Если повторить вышеуказанные расчеты, используя показатель сопротивления тела при цепи «рука–нога» (что представляется крайне маловероятным в реальной жизни), то предельное значение составит 0,25 Дж, что на 25% выше предельной величины 0,2 Дж, установленной в требованиях. Предельная величина 0,25 Дж соответствует значению, установленному в самой последней редакции Справочника по электробезопасности, издаваемого Министерством энергетики Соединенных Штатов Америки (DOE-HDBK-1092-2013).

77. Устанавливая пороговое значение 0,25 Дж, указанное в Справочнике Министерства энергетики (редакция 2013 года), авторы ссылаются на исследование, в котором анализируется порог непроизвольного реагирования при ударах электростатического разряда. Данное исследование<sup>5</sup>, наряду с другими упоминаемыми в стандартах ИЭЭИ, определяет пороговую величину 0,25 Дж как начало непроизвольной рефлекторной реакции. Авторы ссылаются на многочисленные опытные данные, из которых следует, что электрический удар от конденсатора высокого напряжения с полной энергией более 1 Дж представляется нежелательным. При 10 Дж рефлекторная реакция может оказаться настолько резкой, что в результате сокращения мышц человек может получить серьезную травму.

78. Используемая Министерством энергетики США классификация рисков, связанных с конденсаторами высокого напряжения, в значительной степени основана на исследованиях импульсного удара и опытах при разработке различных форм дефибриллятора. Помимо удара электростатического разряда существуют другие опасные электрические явления, которые могут вызвать возгорание горючих материалов, но не приводят к поражению электрическим током, при этом группа высокого напряжения (>400 В) последовательно разбита на пять точек градации. В группу наименьшего риска (зеленый цветовой код) входят величины <0,25 Дж, которые могут вызвать непроизвольную рефлекторную реакцию, но не приводят к серьезной травме (вследствие удара либо рефлекторного сокращения мышц).

79. Электрический удар от конденсатора высокого напряжения (0,25–1 Дж) вызывает значительную рефлекторную реакцию, следствием которой может стать травма. Подобных контактов (несмотря на их потенциально нелетальный исход) следует избегать, и данная категория соответственно имеет желтый цветовой код. При величинах же в диапазоне от 10 до 1 000 Дж последствия включают смертельный исход вследствие вентрикулярной фибрилляции, а также повреждения нервных путей и другие повреждения тканей; поэтому данная категория имеет красный цветовой код.

80. Таким образом, предельная величина 0,2 Дж обеспечивает надлежащий допуск от точки начала «непроизвольной рефлекторной реакции» и значительный допуск от точки возникновения потенциально летальных последствий, таких как вентрикулярная фибрилляция.

<sup>5</sup> Y. Liu, Z. Wu, and S. Liu, «Threshold of Perception for Capacitor Discharge on the Human Body», Proceedings of the 1997 International Symposium on Electromagnetic Compatibility, pp 340–343, IEEE.

## 5. Обоснование критерия физической защиты

81. Необходимость критерия физической защиты объясняется тем, что в ЭМ могут использоваться конденсаторы, для разряда которых требуется определенное время. Таким образом, для защиты человека от соприкосновения с высоковольтными компонентами в течение периода, пока такие конденсаторы находятся под высоким напряжением, нужны физические ограждения. Если учесть, что требования к испытанию на столкновение включают испытательные скорости, при которых могут не возникнуть импульсы столкновения, необходимые для безотказного размыкания электрических контакторов, то альтернатива низкого напряжения, возможно, не является эффективной стратегией обеспечения соблюдения требований.

82. Более того, на транспортных средствах, работающих на топливных элементах (ТСТЭ), топливный элемент включает компоненты постоянного тока, которые могут подсоединяться к компонентам переменного тока через преобразователь (даже когда транспортное средство находится в неподвижном состоянии). При определенных испытаниях на столкновение размыкания контакторов может не произойти (например, когда контакторы замкнуты, а компоненты постоянного и переменного тока соединены); сопротивление же изоляции у компонента переменного тока запараллелено с сопротивлением изоляции компонента постоянного тока топливного элемента. Следовательно, даже если электрическая изоляция, предусмотренная для компонента переменного тока, значительно выше предписанных 500 Ом/В, фактическое сопротивление изоляции, измеренное на компоненте переменного тока, может оказаться – в лучшем случае – не выше сопротивления, которое предусмотрено для компонента постоянного тока топливного элемента и которое, в свою очередь, ограничивается охладителем топливного элемента. Таким образом, может оказаться нецелесообразным добиваться обеспечения предписанных 500 Ом/В для электрической изоляции компонентов постоянного тока.

83. Критерий физической защиты необходим для оценки степени изолированности человека от частей, находящихся под высоким напряжением, с помощью электрозащитных ограждений, которые должны обеспечивать отсутствие прямого или непрямого контакта человека с частями, находящимися под высоким напряжением, в условиях обычной эксплуатации транспортного средства или после аварии. Техническое требование, устанавливающее для заземления массы верхний уровень сопротивления в 0,1 Ом, обеспечивает защиту от электрического удара за счет шунтирования любых опасных токов на массу транспортного средства, если любой из электрически заряженных компонентов внутри защитного ограждения теряет изоляцию.

84. Для целей испытания на защиту от прямого контакта с высоковольтными компонентами в условиях эксплуатации используют щупы, соответствующие стандарту ISO 20653 «Транспорт дорожный – Степени защиты (код IP) – Защита электрооборудования от посторонних предметов, воды и доступа». Для испытания кожухов, расположенных в пассажирском салоне и багажном отделении, используют проволочный щуп диаметром 1,0 мм и длиной 100 мм (IPXXD). Испытание с помощью такого щупа позволяет удостовериться, что любые зазоры в защитных ограждениях не превышают 1,0 мм и что любые размещенные внутри кожуха компоненты, находящиеся под напряжением, расположены на расстоянии не менее 100 мм от зазора. Это обеспечивает условия, при которых части тела, различные устройства или иные токопроводящие предметы, обычно находящиеся в пассажирском салоне или багажном отделении, не могут попасть в какие-либо зазоры/прослойки в защитных кожухах и контактировать с находящимися внутри высоковольтными компонентами.

85. Для испытания на защиту от контакта с частями под напряжением, находящимися вне пассажирского салона или багажного отделения, после аварии предназначается щуп (12 мм), имитирующий палец человека (IPXXB). При этом потенциальный контакт с ограждениями не предполагает возможного наличия катающихся повсюду предметов (как в пассажирском салоне, так и в

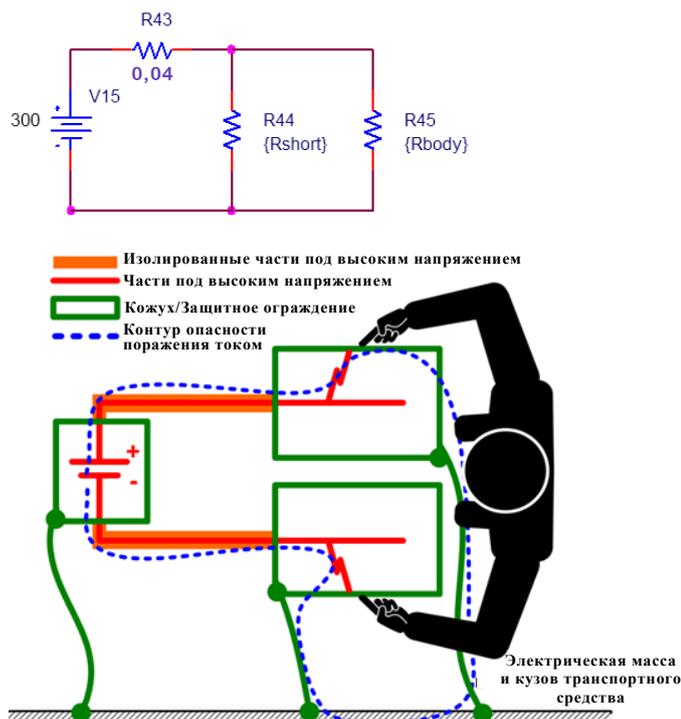
багажном отделении). Следовательно, в испытании защиты с помощью проволочного щупа нет необходимости, в то время как испытание с помощью щупа, имитирующего палец человека (IPXXB), представляется целесообразным для того, чтобы избежать непреднамеренного контакта механиков или сотрудников экстренных оперативных служб с высоковольтными компонентами, находящимися в защитных кожухах.

86. Анализ вопросов, касающихся непрямого контакта. В рамках проведенной Национальной администрацией безопасности дорожного движения (НАБДД) оценки ГТП № 13, касающихся транспортных средств, работающих на водороде и топливных элементах (ТСВТЭ), это ведомство провело исследование, в котором рассмотрело – применительно к защите как от прямого, так и непрямого контакта – эффективность альтернативы соблюдению требований в отношении физических ограждений. Данный анализ в целом подтвердил эффективность альтернативного варианта ограждений для защиты от прямого контакта.

87. Вместе с тем исследование НАБДД выявило потенциальный сценарий (см. рис. 10), вызвавший обеспокоенность ведомства, поскольку по этому сценарию в случае одновременного нарушения изоляции противоположных реек высоковольтной шины обособленных ограждений человек потенциально может получить опасные уровни поражения электрическим током при непрямом контакте с ограждениями. Многие Договаривающиеся стороны Соглашения 1998 года рассмотрели вероятность такого сценария и пришли к выводу, что в реальных условиях риск поражения будет весьма низким. Тем не менее, по крайней мере, одна из Договаривающихся сторон сочла целесообразным наличие дополнительных эксплуатационных требований, которые учитывали бы данный сценарий (даже если он маловероятен). В результате были разработаны технические условия, ограничивающие максимальную величину напряжения между незащищенными токопроводящими частями и ограждениями физической защиты от высокого напряжения. Ввиду того, что некоторые Договаривающиеся стороны Соглашения 1998 года не были убеждены в необходимости дополнительных требований, упомянутые технические условия применяются по усмотрению каждой из Договаривающихся сторон.

Рис. 10

### Сценарий потенциального риска непрямого контакта



## 6. Обоснование критерия сопротивления изоляции

88. Электрическая изоляция (Ом/В) – это мера сопротивления материала проходящему через него электрическому току. Таким образом, чем выше электрическая изоляция, тем меньше тока протечет через материал. Электрическая изоляция высоковольтного источника в транспортном средстве равняется электрическому сопротивлению между источником высокого напряжения и любой частью электрической массы транспортного средства, разделенному на рабочее напряжение высоковольтного источника.

89. Поддержание надлежащего уровня электрической изоляции обеспечивает положение, при котором высоковольтная система не использует непосредственно массу, чтобы закоротить (или замкнуть) цепь. Это уменьшает вероятность того, что человек или иной объект может прикоснуться к массе и стать частью цепи, пропуская через себя электрический ток. Электрическая изоляция призвана защитить водителя и пассажиров, спасателей/сотрудников экстренных оперативных служб или других лиц, которые могут прикоснуться к транспортному средству после аварии, от рисков электрического удара за счет обеспечения надлежащей изоляции электрической системы высоковольтных аккумуляторных батарей транспортного средства.

90. Расчет электрической изоляции, исчисляемой в единицах Ом/В, можно произвести по закону Ома ( $V=I \cdot R$ ), как показано ниже. Ток, протекающий через тело человека, можно выразить в терминах электрической изоляции.

*Сопротивление (Ом) / Напряжение (В) = 1 / Ток (А)*

91. Обоснование для переменного тока. Значение 500 Ом взято из пункта 4.6 стандарта IEC 60479-1:2005. Кроме того, это значение на 0,87 меньше величины 575 Ом, которая приводится в таблицах 1–3 стандарта TS 60479-1:2005 МЭК как наименьшая величина сопротивления тела человека при протекании тока по петле «рука–рука». Цифра «0,87» считается вполне обоснованной, поскольку, как указано в стандарте TS 60479-1:2005 МЭК, сопротивление тела человека при протекании тока по петле «рука–нога» несколько меньше, чем при протекании тока по петле «рука–рука» (10–30%). Например, система с напряжением 300 В должна была бы иметь после испытания на столкновение сопротивление 150 000 (300 X 500) Ом между силовой аккумуляторной батареей и массой транспортного средства.

92. Обоснование для постоянного тока. С точки зрения безопасности целесообразность принятия требования в отношении электрической изоляции 100 Ом/В для шин постоянного тока вытекает из того факта, что постоянный ток менее опасен, чем переменный ток.

93. В стандарте TS 60479-1:2005 МЭК представлены данные по физиологической реакции человека на протекание тока через его тело в разбивке по временным интервалам. Рис. 11 и 12 позаимствованы непосредственно из стандарта TS 60479-1 МЭК. На них показано воздействие переменного и постоянного токов соответственно. Длительность электрического удара колеблется от 10 до 10 000 мс, а сила тока – в пределах от 0,1 мА до 10 000 мА. Виды физиологической реакции человека разбиты для каждой кривой на четыре зоны.

Рис. 11

Допустимые по показателю «время/ток» зоны воздействия переменных токов (15–100 Гц) на человека при протекании тока по петле «левая рука – нога» (рис. 20 из стандарта TS 60479-1 МЭК)

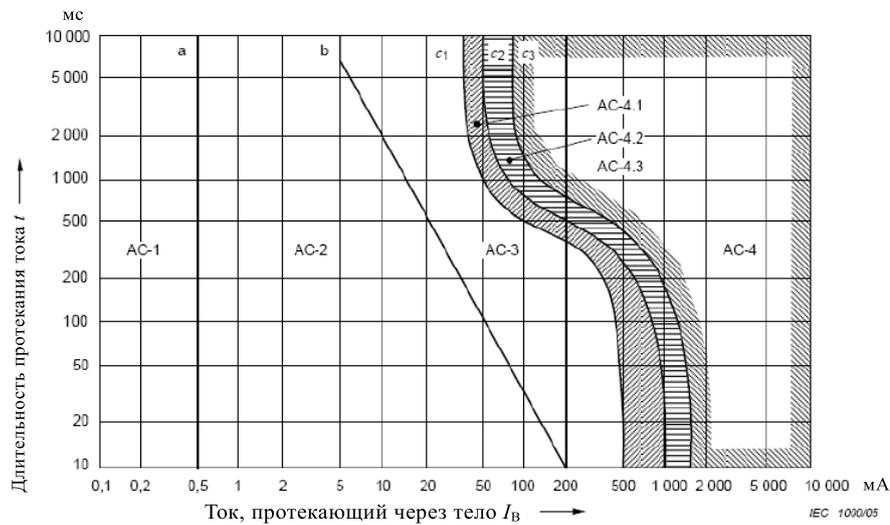
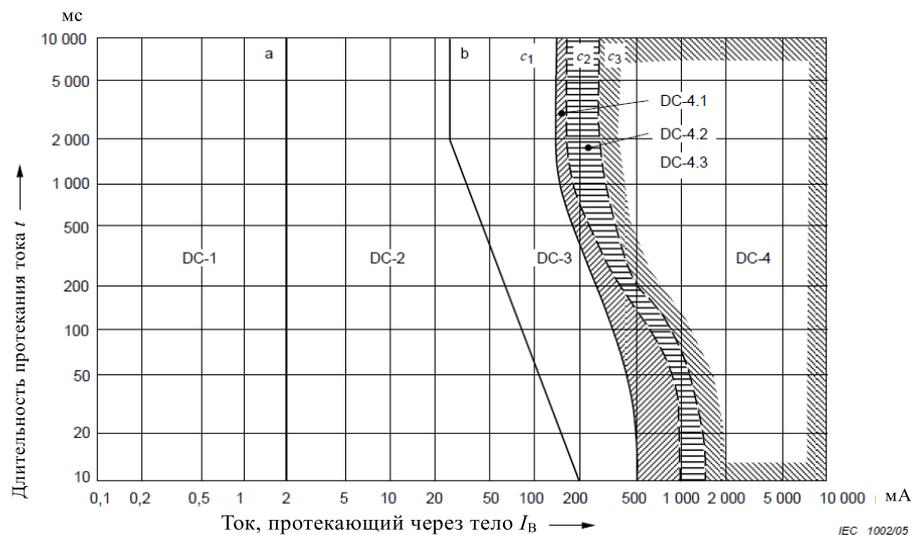


Рис. 12

Допустимые по показателю «время/ток» зоны воздействия постоянных токов на человека при протекании тока по петле «левая рука – нога» (рис. 22 из стандарта TS 60479-1 МЭК)



94. Если допустить, что зоны AC-2 и DC-2 отражают аналогичные виды физиологической реакции, то логично ожидать одинаковую реакцию на верхней и нижней границах. Если впоследствии свести анализ к оценке наиболее опасной длительности (10 с), тогда точки вдоль линии 10-секундной длительности в зоне 2 будут представлять собой градиент физиологической реакции между двумя границами. Таким образом, соответствующие точки вдоль этой линии в зонах AC-2 и DC-2 могут быть картированы и представлять собой наилучшую оценку вероятной физиологической ответной реакции.

95. Как показывают данные, публикуемые Международной электротехнической комиссией (МЭК), сопротивление изоляции 500 Ом/В для переменного тока находится в середине зоны 2 вдоль прогрессивной шкалы, показывающей физиологические последствия от воздействия тока. Аналогичным образом показатель 100 Ом/В для постоянного тока также находится в середине зоны 2 карты постоянного тока. Иными словами, 100 Ом/В постоянного тока обеспечи-

вают уровень безопасности, эквивалентный уровню 500 Ом/В переменного тока. В таблице 2 ниже приведены величины переменного и постоянного токов и величины электрической изоляции для границы зоны 2, а также рассчитанные пороговые величины электрической изоляции с использованием допущений log-log и lin-lin. Кроме того, показано соотношение постоянного тока и переменного тока.

Таблица 2

**Пороговые величины протекания тока через тело человека для высоковольтных источников переменного и постоянного тока при разных величинах сопротивления изоляции**

		Ток (мА)		Соотношение ПОСТ. ТОК/ ПЕР. ТОК	Сопротивление изоляции (Ом/В)	
		$I(A) \times 1000$			$1/I(A)$	
		ПЕР. ТОК	ПОСТ. ТОК		ПЕР. ТОК	ПОСТ. ТОК
Граничные величины	Линия а	0,5	2	4,0	2000	500
	Линия b	5	26	5,2	200	38
Порог изоляции	log-log	2	9,37	4,68	<b>500</b>	<b>107</b>
	lin-lin	2	10,00	5,0	<b>500</b>	<b>100</b>

96. Сопротивление 100 Ом/В было бы подходящим вариантом для изоляции постоянного тока с точки зрения согласования, поскольку данная величина установлена в соответствующих документах ОИАТ и ИСО, прописана в правилах ООН, а также является нормативной в Японии.

a) *Обоснование защиты от воздействия влаги*

97. Воздействие условий окружающей среды, например попадание влаги, может снизить сопротивление изоляции высоковольтной шины. Это способно, в первую очередь, привести к ухудшению характеристик электрической системы, а с течением времени – к сбоям в защите электрической системы и поражению электрическим током водителя и пассажиров транспортного средства, операторов (во время зарядки) или третьих сторон/прохожих.

98. Важнейший принцип электробезопасности в условиях единичного отказа состоит в том, чтобы поддерживать минимальное сопротивление изоляции. Однако электрический удар может произойти только тогда, когда одновременно происходят и нарушение изоляции, и еще какой-нибудь дополнительный сбой (т.е. нарушение изоляции само по себе не приводит к электрическому удару, пока поддерживаются другие меры защиты от прямого/непрямого контакта). Для того чтобы предупредить электрический удар в случае вторичного отказа после нарушения изоляции предусматриваются два эффективных подхода: а) обеспечить надежность электрической изоляции при соответствующих условиях окружающей среды или б) настоятельно рекомендовать пользователю произвести ремонт транспортного средства, если минимальное сопротивление изоляции не поддерживается. В то же время следует отметить, что наличие функции предупреждения само по себе не является предупреждающей системой безопасности, и может потребоваться временное отключение высоковольтной системы, например при определенных условиях зарядки.

99. Мойка и пересечение участков мелководья со стоячей водой рассматриваются как примеры нормальных факторов в обычных условиях эксплуатации транспортного средства, и в принципе все транспортные средства должны обеспечивать надлежащее сопротивление изоляции после контакта с влагой при таких условиях окружающей среды. Для проверки защиты от воздействия влаги предусматриваются две процедуры испытания, имеющие целью оценить эксплуатационную надежность электрической изоляции в таких условиях окружа-

ющей среды, в частности применительно к транспортным средствам с недостатками в электрической системе и общей конструкции.

100. Использование современных электрических систем и усовершенствованных конструкций транспортных средств вкупе с такими технологическими решениями, как изоляция, защищающая электрооборудование и другие устройства от потенциального контакта с высоковольтной шиной и электрической массой, включая полностью герметизированные системы, позволяют повысить шансы на сохранение сопротивления изоляции после воздействия влаги. В таком случае, возможно, нет необходимости проводить испытание на транспортном средстве, поскольку высоковольтная система транспортного средства сохраняет электрическую изоляцию после воздействия влаги. Имеется достаточно свидетельств того, каким образом обеспечивается сохранение безопасности электрооборудования или компонентов транспортного средства, установленных снаружи пассажирского салона либо прикрепленные извне, после воздействия на них влаги.

101. С другой стороны, оборудование транспортных средств системой контроля за сопротивлением также может содействовать повышению безопасности водителя и пассажиров в случае нарушения сопротивления изоляции, например после воздействия влаги. Бортовая система контроля за сопротивлением изоляции следит за состоянием сопротивления изоляции высоковольтной шины транспортного средства и обеспечивает предупреждение водителя, если не поддерживается минимальный уровень сопротивления изоляции.

102. По получении предупреждения пользователю следует доставить транспортное средство на ремонт, чтобы тем самым снизить риск вторичного отказа, который может вызвать электрический удар. Однако одного лишь предупреждения может оказаться недостаточно, в частности для тех, кто лишен возможности видеть предупреждающий сигнал/знать о его включении (например, пешеходы или сотрудники экстренных оперативных служб).

103. В основу метода подтверждения надлежащего функционирования бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции положен стандарт FMVSS 305, и он концептуально идентичен методу, предусмотренному в ГТП № 13.

## 7. Обоснование требований к ПЭАС

### a) *Определения терминов, касающихся требований к ПЭАС и ее применения*

104. Для установления критериев прохождения/непрохождения по требованиям к ПЭАС используются следующие термины:

- a) «утечка электролита» (3.16);
- b) «стравливание» (3.50);
- c) «разрыв» (3.39);
- d) «огонь» (3.22);
- e) «взрыв» (3.19).

105. Данная терминология в целом соответствует принятой в надлежащих отраслевых стандартах и используемой в пункте 38.3 Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций ООН по перевозке опасных грузов.

106. Применимость указанных критериев зависит от состояния транспортного средства в привязке к конкретному сценарию испытания: например, в обычных условиях эксплуатации, в случае дорожно-транспортного происшествия или в случае воздействия огня и т.д. При испытаниях, имитирующих обычные условия эксплуатации (имитация проведением испытаний в условиях эксплуатации), должны быть соблюдены все пять критериев, тогда как при испытаниях,

имитирующих дорожно-транспортное происшествие или нештатные ситуации, в качестве критериев берутся исключительно наиболее опасные явления, такие как возгорание или взрыв.

107. Кроме того, при испытаниях, имитирующих обычные условия эксплуатации, требуется также – учитывая тот факт, что все существующие ПЭАС вырабатывают постоянный ток, – минимальное сопротивление изоляции 100 Ом/В. При испытании же на безопасность ПЭАС после столкновения (испытания на компонентах) по пункту 5.5.2.1 настоящих ГТП должны быть либо соблюдены требования к минимальному сопротивлению изоляции, либо обеспечена степень защиты IPXXB, учитывая тот факт, что в отсутствие параллельного контакта со вторым опасным электропотенциалом (за счет соблюдения требования IPXXB) снижение сопротивления изоляции не влечет за собой немедленные опасные последствия.

*b) Установка ПЭАС (пункт 5.3.1)*

108. В пункте 5.3.1 оговариваются требования в отношении установки ПЭАС на транспортном средстве, причем изготовитель транспортного средства может отдать предпочтение соблюдению требований, изложенных либо в пункте 5.3.1.1 (установка ПЭАС на конкретных транспортных средствах), либо в пункте 5.3.2.2 (ПЭАС, предназначенная для установки на транспортных средствах различных типов). В случае ПЭАС, предназначенной для различных транспортных средств, ее установку на транспортных средствах каждого типа осуществляют в соответствии с указаниями изготовителя ПЭАС, поскольку определенные параметры, используемые для целей испытания на компонентах ПЭАС, определяют с учетом условий ее установки на транспортном средстве.

*c) Обоснование требований в отношении предупреждения (пункты 5.3.2.–5.3.4)*

109. Предупреждающий сигнал для водителя в случае отказа органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. Органами управления транспортного средства контролируются различные процессы эксплуатации аккумуляторной батареи, некоторые из которых имеют важнейшее значение для безопасности. Существует множество сценариев отказа, способного инициировать приведение в действие механизма регулировки со стороны органов управления. В настоящих ГТП изложены требования к безопасности ПЭАС применительно к различным сценариям обеспечения безопасности ПЭАС. Данные требования к безопасности ПЭАС исходят из предположения, что система управления ПЭАС функционирует надлежащим образом. Например, требования в отношении избыточной зарядки, чрезмерной разрядки, перегрева и перегрузки по току предусматривают оценку работы органов управления транспортного средства, от которых зависит функционирование ПЭАС. Следовательно, для гарантирования безопасности в реальных условиях важно обеспечить, чтобы транспортное средство не использовалось длительное время при отказе тех органов управления, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. Поэтому транспортное средство должно быть снабжено сигнальным устройством, предупреждающим водителя о неисправности соответствующих органов управления транспортного средства. Данное требование применяется в случае, когда водитель, находясь на своем месте в транспортном средстве, переходит на режим, допускающий движение.

110. Поскольку в настоящих ГТП определены требования в отношении оценки надлежащего функционирования органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС в условиях избыточной зарядки, чрезмерной разрядки, перегрева и перегрузки по току, требования в отношении предупреждения касаются исключительно эксплуатационного отказа органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС.

111. Ввиду сложности и разнообразия конструкций органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование

ПЭАС, разработать единую процедуру испытаний, позволяющую в полной мере оценить, сработает ли предупреждающее сигнальное устройство в случае эксплуатационного отказа органов управления транспортного средства, не представляется возможным. Именно поэтому изготовители обязаны представлять документацию, свидетельствующую о том, что в случае эксплуатационного отказа одного или более органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС, водитель получит предупреждающий сигнал.

112. Предупреждение водителя о тепловом явлении в ПЭАС. Как показывают данные по реальным случаям, тепловое явление в аккумуляторной сборке транспортных средств с электродвигателем представляет собой весьма серьезную с точки зрения безопасности ситуацию, которая может привести к задымлению, возгоранию и/или взрыву, что подвергает опасности водителя и пассажиров, находящихся в транспортном средстве. Тепловое явление имеет место тогда, когда температура в аккумуляторной сборке значительно выше максимальной рабочей температуры (даже при пониженной мощности). В случае значительного теплового явления в аккумуляторной сборке водитель должен получать предупреждающий сигнал. Во избежание требований, предусматривающих конструктивные ограничения, изготовители обязаны представлять документацию о параметрах, инициирующих предупреждающий сигнал, с описанием системы для инициирования предупреждения.

113. Предупреждение водителя о низком запасе энергии в ПЭАС. Целью данного предупреждения является уведомление водителя о том, что при оставшемся в ПЭАС запасе энергии транспортное средство сможет проехать лишь небольшое расстояние. Данный предупреждающий сигнал оповещает водителя о необходимости как можно скорее зарядить ПЭАС, с тем чтобы ЭМ не встал на дороге.

114. При указанной низкой степени зарядки, установленной изготовителем транспортного средства, как правило, предполагается следующее:

- a) транспортное средство может выйти из потока движения своим ходом, т.е. используя собственную силовую установку;
- b) согласно требованиям национальных и/или международных стандартов или правил (и в отсутствие независимого накопителя энергии для вспомогательных электрических систем), имеется минимальный запас энергии для обеспечения функционирования системы освещения.

115. Поскольку дорожные условия и схемы размещения станций зарядки электромобилей различаются в зависимости от страны, представляется затруднительным и ненужным устанавливать такой обязательный показатель, как «низкий запас энергии». Изготовители вполне могут самостоятельно устанавливать предельную величину энергии, остающейся в ПЭАС, исходя из определенных дорожных условий и эксплуатационных характеристик их продукции. Предлагается также учесть возможность включения в руководство пользователя – для сведения водителя – данных относительно запаса хода на остаточной энергии (в том числе в условиях вождения).

116. В настоящее время большинство обычных транспортных средств оборудованы сигналом, предупреждающим о низком уровне топлива. Когда в баке остается мало топлива, водителю подается сигнал, предупреждающий о необходимости как можно скорее заправить транспортное средство. Как правило, изготовители устанавливают эту пороговую величину по собственному усмотрению.

117. Случаев, когда у аккумуляторных электромобилей была бы израсходована энергия, не зарегистрировано, однако следует отметить, что в некоторых странах соответствующий предупреждающий сигнал является обязательным. На нынешнем уровне технического развития целесообразно ввести для изгото-

вителей транспортных средств требования, регламентирующие необходимую конструкцию. Принимая во внимание комплексность системы предупреждающих сигналов, которыми оборудуются транспортные средства, для целей регулирования можно предусмотреть лишь основные требования, однако включение таких требований исключит те конструкции транспортных средств, где нет предупреждающего сигнала о низком запасе энергии в ПЭАС.

*d) Корректировка степени заряда (C3)*

118. Как отмечается техническими экспертами, при определенных обстоятельствах интенсивность реагирования ПЭАС на требования, предусмотренные испытанием, может зависеть от степени заряда ПЭАС. В связи с этим было сочтено, что техническое требование в отношении C3 представляет собой важный аспект, и его следует включить в нормативные требования. Это имеет особое значение для испытаний, предусматривающих потенциальный(ое) тепловой пробой/тепловое рассеяние.

119. Вспомогательные исследовательские и аналитические сведения по безопасности поведения литий-ионных топливных элементов представлены в ряде научных работ (Балакришнан и др.)<sup>6</sup>. Подробная информация о влиянии C3 на химические реакции во время тепловых пробоев тех химических соединений, которые содержатся в типовых литий-ионных топливных элементах, также имеется в опубликованных научных работах (Ванг и др.)<sup>7</sup>.

120. Большинство опубликованных исследований касаются отдельных топливных элементов, тогда как применительно к автомобилестроению в большей степени актуальным выступает поведение крупных сборок топливных элементов. Такие данные не являются широкодоступными, однако нет и доказательств, указывающих на то, что поведение на уровне сборки существенным образом отличается от тенденций, наблюдаемых на уровне отдельного топливного элемента.

121. Что касается топливного элемента, то, как выяснили ученые<sup>8</sup>, при более высоких уровнях C3 температура начала теплового пробыа снижается. При сопоставлении<sup>9</sup> характеристик разных химических веществ топливного элемента (катодных материалов) – оксид лития-кобальта (LCO), оксид лития-никеля-марганца-кобальта (NMC) и литий-железо-фосфата (LFP) – наблюдалась тенденция к более низким начальным температурам (для безопасности срабатывания и теплового пробыа) при увеличении C3 (за исключением топливных элементов LFP, у которых не произошел тепловой пробой)<sup>10</sup>. Как показали результаты последующих исследований<sup>11</sup>, в основу которых были положены испытания топливного элемента, при увеличении C3 с 25% до 100% у топливных элементов LFP и NMC суммарное количество выделяемого тепла увеличивается приблизительно на 11%.

122. Хотя техническим экспертам и не удалось установить, действительно ли скорость высвобождения энергии либо суммарное количество выделяемой энергии выступают наиболее важным параметром с точки зрения распростра-

<sup>6</sup> Balakrishnan et al, «Safety mechanisms in lithium-ion batteries», Journal of Power Sources 155 (2006) 401–414.

<sup>7</sup> Wang et al, «Thermal runaway caused fire and explosion of lithium ion battery», Journal of Power Sources 208 (2012) 210–224.

<sup>8</sup> Roth, E.P. «Final Report to NASAJSC: Thermal Abuse Performance of MOLI, Panasonic and Sanyo 18650 Li-Ion Cells», Sandia Report: SAND2004-6721, March 2005.

<sup>9</sup> Liu, X.; Wu, Z.; Stolarov, S.I.; Denlinger, M.; Alvaro, M.; Snyder, K.: «Heat release during thermally-induced failure of a lithium ion battery: Impact of cathode composition», Fire Safety Journal 85 (2016), 10–22.

<sup>10</sup> Orendorff, C.J.; Lamb, J.; Steele, L.A.M.; Spangler, S.W.; Langendorf, J.L.: «Battery Safety Testing», 2015 Energy Storage Annual Merit Review, Sandia National Laboratories.

<sup>11</sup> Sturk, A.; Hoffmann, L.; Ahlberg Tidblad, A.: «Fire Tests on E-vehicle Battery Cells and Packs», Traffic Injury Prevention (2015), Taylor & Francis.

нения теплового пробоя и риска для транспортного средства, более низкие СЗ-зависимые начальные температуры были определены как значимые параметры, влияющие на температуру начала разложения с результирующим тепловым пробоем топливного элемента.

123. Говоря о типичных областях применения на транспортных средствах, следует отметить, что литий-ионные аккумуляторные батареи не полностью задействуют весь диапазон своей производительности, а лишь ограниченное «окно», в первую очередь для обеспечения надежности функционирования, уменьшения износа и достижения высокого количества зарядных циклов. Размеры таких «окон» зависят от конкретных технологических особенностей используемой литий-ионной аккумуляторной батареи и вида применения (как правило, «окна» большего размера применяются в процессах с высокой энергией, а «окна» меньшего размера – в процессах с большой мощностью). Таким образом, в реальных условиях эксплуатации на транспортном средстве сказывающееся на безопасности влияние СЗ будет гораздо более умеренным по сравнению с результатами, полученными при типовых лабораторных исследованиях, посвященных изучению полных физических диапазонов СЗ.

124. Для целей настоящих ГТП было сочтено, что наивысший уровень безопасности обеспечит максимально достижимая (в рамках рассмотренных ограничений и технических параметров) СЗ. К числу ограничений с точки зрения технических характеристик СЗ относятся: наличие внешних зарядных портов для испытываемого устройства; ограничение возможностей ввиду колебания емкости в зависимости от температуры<sup>12</sup>; технологические допуски<sup>13</sup> и погрешности при измерении емкости, которые, по данным СИЦ, могут достигать 2% (получаемых от каждого 1-процентного допуска при измерении тока и напряжения). Дополнительные референтные значения, представленные СИЦ, подтверждают варьирование емкости вплоть до 10% для теплового «окна» в пределах от +10 °C до +30 °C, установленных в настоящем документе для процесса зарядки.

125. В Правилах № 100-02 ООН применительно к корректировке СЗ и проведению испытаний устанавливается диапазон температур окружающей среды 20 °C ± 10 °C. В случае испытания на транспортном средстве СУАБ (система управления аккумуляторной батареей) контролирует СЗ с целью стабильного достижения наиболее высокой СЗ при столь умеренном температурном режиме. В случае же испытания на компонентах СУАБ на испытываемое устройство может не устанавливаться, что приводит к потенциальному колебанию скорректированной СЗ в зависимости от температуры окружающей среды. В этой связи для целей испытания на компонентах было рекомендовано более жестко установить диапазон температур окружающей среды. Кроме того, заданное значение температуры было пересмотрено с учетом температурных условий окружающей среды, прописанных в других стандартах или правилах, касающихся безопасности, а также ограничений, обусловленных имеющимся оборудованием для проведения испытаний. Как следствие, неофициальная рабочая группа решила указать применительно к испытанию на компонентах температуру окружающей среды 22 °C ± 5 °C, а применительно к испытанию на транспортном средстве – 20 °C ± 10 °C.

126. Принимая во внимание вышеупомянутые ограничения, т.е. возможности зарядки, можно выделить три нижеследующие процедуры регулировки СЗ.

- а) В случае испытания на транспортном средстве при наличии внешнего зарядного порта процедура считается довольно простой и предполагает обычную зарядку ПЭАС до тех пор, пока бортовое

<sup>12</sup> Johnson et al, «Temperature-Dependent Battery Models for High-Power Lithium-Ion Batteries», 17th Annual Electric Vehicle Symposium, Montreal, Canada October 15–18, 2000.

<sup>13</sup> Kennedy, B. et al, «Modelling the impact of variations in electrode manufacturing on lithium-ion battery modules», Journal of Power Sources, 213 (2012), 391–401.

регулирующее устройство автоматически не остановит процесс зарядки. В условиях наличия нескольких методов зарядки (например, обычный или ускоренный) изготовитель должен рекомендовать тот метод, при котором достигается более высокая СЗ.

- b) Если испытание проводится на гибридном транспортном средстве, которое не имеет внешнего зарядного порта, то непосредственная корректировка СЗ, как правило, невозможна. Уровень СЗ корректируется бортовой системой управления через сложные внутренние алгоритмы. Не следует превышать граничный предел таких систем с целью принудительного повышения уровня СЗ, поскольку это чревато риском повреждения испытуемого объекта и/или созданием угрозы здоровью и безопасности оператора. Кроме того, такие условия не являются репрезентативными в плане состояния транспортного средства при реальной эксплуатации. В гибридных электромобилях (ГЭМ) обычно стремятся поддерживать СЗ примерно на среднем уровне, с тем чтобы обеспечивать непосредственный потенциал для снабжения электроэнергией, а также с целью рекуперации. В случае подобных систем чрезмерные уровни СЗ – это по сути события с переходным процессом. Поэтому для таких видов применения дискретная величина СЗ не устанавливается. Учитывая разнообразие соответствующих технологических решений и компоновок системы транспортного средства и с целью гарантировать достижение наивысшей реальной СЗ, в процедуре испытания указано, что проводящие испытание службы/органы консультируются с изготовителем транспортного средства относительно процедур измерения и регулировки СЗ.
- с) При испытании отдельной ПЭАС (обособленно от транспортного средства) проводится различие с учетом того, оборудовано ли испытуемое устройство (ИУ) оригинальной системой управления зарядкой или нет. В первом случае предполагается, что встроенная система управления зарядкой завершит процесс зарядки по достижении полной СЗ. Во втором случае изготовитель должен установить нормальный рабочий диапазон СЗ и соответствующую процедуру зарядки. Исходя из вышеизложенных доводов, было сочтено необходимым разрешить некоторые допуски в отношении фиксирования СЗ в начале испытаний, но при обязательном соблюдении минимального требования в 95% указанного изготовителем «нормального рабочего диапазона СЗ».

127. В ходе обсуждений в рамках неофициальной рабочей группы был рассмотрен следующий вопрос: при использовании определенных химических соединений нельзя произвести непосредственное измерение СЗ по такому параметру, как внешнее напряжение разомкнутой цепи (НРЦ), поскольку в пределах нормального рабочего диапазона СЗ соответствующие кривые зависимости НРЦ/СЗ оказываются в большинстве случаев практически равными. В подобных случаях, а также когда на первый план выходят причины предела насыщения и гистерезиса нагрузки, уровень зарядки надлежит контролировать по суммарному току, подаваемому через внешнюю систему зарядки при проведении стандартного цикла (см. пункт 6.2.1).

128. Во многих случаях зарядку и регулировку СЗ перед доставкой ИУ в испытательную лабораторию может проводить изготовитель. В зависимости от длительности ожидания, а также из-за паразитных токов либо потребления энергии встроенными системами управления разрядка может произойти еще до фактического испытания. В качестве одной из потенциальных мер сохранения первоначальной СЗ неофициальная рабочая группа рассматривала ограничение периода между окончательной установкой СЗ и фактическим началом испытания 48 часами. Хотя установление такого предельного срока было бы пусть и ограничительным, но все же практически допустимым условием применительно-

но к процедуре официального утверждения типа, для систем самосертификации оно не было сочтено подходящим. Учитывая потенциально неизбежные потери заряда во время транспортировки и в период подготовки, для систем с возможностью непосредственной зарядки относительные потери 5% заряда (по отношению к СЗ на момент окончания процесса зарядки) были сочтены приемлемыми и не имеющими принципиального значения. Для систем же без возможности внешней зарядки (таких, как ГЭМ) максимально допустимая величина разрядки составляет 10%, учитывая потери, неизбежно приходящиеся на обеспечение функционирования встроенных систем управления или на электропитание низковольтных систем транспортного средства. Персоналу испытательной лаборатории и сотрудникам технической службы надлежит принимать меры к тому, чтобы избежать ненужного потребления энергии ПЭАС.

129. Непосредственная проверка окончательной СЗ перед испытанием также может быть сопряжена с вышеупомянутыми сложностями. В связи с этим изготовители транспортных средств могут использовать альтернативные методы оценки, такие как доказательство соблюдения соответствующих требований к эксплуатационным характеристикам (см. EVSTF-07-05) и подтверждение принятия надлежащих мер для сохранения имеющихся зарядов.

## **8. Требования к ПЭАС в условиях эксплуатации**

### *а) Вибрация (пункты 5.4.2 и 6.2.2 настоящих ГТП)*

130. Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС в условиях воздействия вибрации, которой ПЭАС может подвергаться в процессе нормальной эксплуатации транспортного средства.

131. Спектр вибрационных нагрузок для литевых элементов и батарей, включая литий-ионные элементы/батареи и литий-полимерные элементы/батареи, уже определен в качестве метода испытания на официальное утверждение типа для опасных грузов класса 9 в пункте 38.3.4.3 Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций по перевозке опасных грузов (испытание ТЗ: вибрация), при качании амплитуды 7–200 Гц.

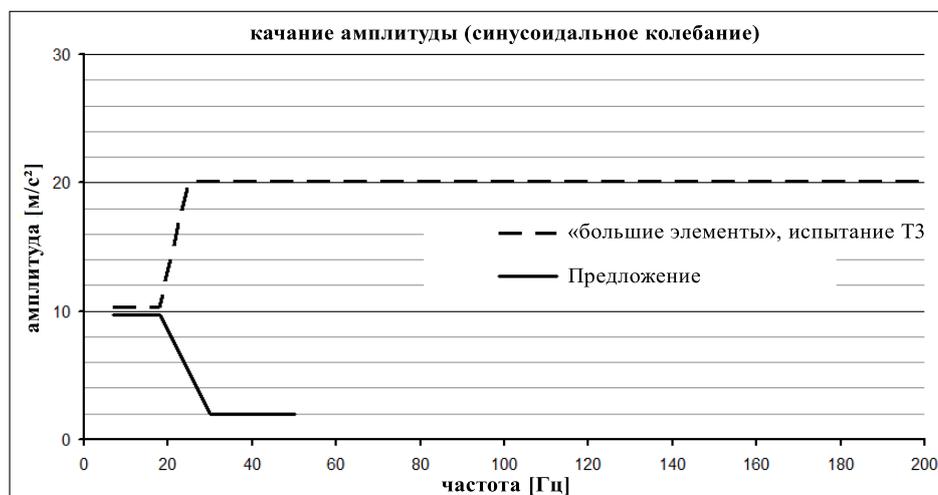
132. Поскольку для типов ПЭАС (таких, как литий-металлические батареи, литий-ионные батареи и литий-полимерные батареи), подпадающих под действие настоящих Правил, соответствие требованиям Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций по перевозке опасных грузов, может быть зачастую обязательным, обеспечение возможности распространить на это испытание требования испытания ТЗ рассматривается как эффективный подход.

133. Однако кривая нагрузки при испытании ТЗ оценивается как слишком строгая для применения на автотранспорте. Несмотря на недавнее снижение амплитуды высокочастотных составляющих при испытании ТЗ с 8 g до 2 g в отношении «больших батарей» массой более 12 кг, даже эта амплитуда до сих пор не считается репрезентативной для типичных размеров ПЭАС массой 200 кг или более в транспортных средствах. В частности, амплитуды выше 18 Гц воспринимаются как нереальные и не соотносятся с нагрузками, наблюдаемыми в дорожных транспортных средствах (кроме гипотетических случаев ПЭАС, установленных вблизи двигателя внутреннего сгорания или на нем). Ввиду жесткости кузовов транспортных средств по отношению к весу модуля частоты, превышающие 18 Гц, не могут передаваться на значительных энергетических уровнях.

134. Поэтому в настоящих ГТП используются такие же точки частоты, как и в испытании ТЗ, хотя для элементов меньших размеров, но кривая нагрузки снижена до уровня выше 18 Гц и срезана на уровне 50 Гц.

Рис. 13

### Сравнение предлагаемой кривой нагрузки с кривой нагрузки при испытании ТЗ



135. Продолжительность испытания также приведена в соответствии с испытанием ТЗ: требуется 12 переходов с минимальной частоты к максимальной и обратно в течение 15 мин., в результате чего общая продолжительность испытания составляет 3 часа.

136. Если, по условиям испытания ТЗ, испытание необходимо проводить во всех трех отдельных направлениях, то в случае транспортных средств эта нагрузка действует только в вертикальном направлении, при том что продольные и поперечные динамические нагрузки транспортного средства значительно ниже. Следовательно, испытание на виброустойчивость должно выполняться в вертикальном монтажном положении. При использовании этого варианта положение ПЭАС в транспортном средстве должно быть соответственно ограничено; изготовитель транспортного средства сообщает данную информацию регламентирующему органу. Административная процедура обеспечения передачи такого сообщения подлежит установлению регулирующей Договаривающейся стороной.

137. Во многих случаях изготовитель транспортного средства оценивает его долговечность с помощью моделирования условий эксплуатации полностью укомплектованного транспортного средства путем прогона на испытательном треке в виде неровной дороги либо моделирования срока службы до усталостного разрушения путем использования вибрационного стенда на четырех опорах. Эти методы обеспечивают конкретную оценку долговечности всех частей транспортного средства и считаются в этом контексте приемлемыми.

138. Для завершения сертификации ПЭАС необходимо выполнить стандартный цикл с целью убедиться в том, что механические нагрузки не оказали никакого негативного воздействия на электрическую функцию.

*b) Термический удар и циклическое изменение температуры (пункты 5.4.3 и 6.2.3 настоящих ГТП)*

139. В реальных условиях работы такие подсистемы, как ПЭАС, подвергаются изменениям, иногда резким, температуры окружающей среды.

140. Такие изменения температуры могут привести к значительному тепловому расширению компонентов. Поскольку используются различные материалы с различными коэффициентами теплового расширения (КТР), это может вызвать различное расширение компонентов с возможным последующим созданием механического напряжения.

141. В течение своего срока службы ПЭАС может не раз подвергаться изменениям, иногда резким, температуры окружающей среды. Механическое напряжение и/или различное расширение материалов, вызванное этими изменениями температуры, может в принципе повлиять на целостность ПЭАС или на внутренние электрические соединения.

142. Поэтому для обеспечения безопасности важно проверить устойчивость ПЭАС к термическим ударам, а после этого испытания провести стандартный цикл на предмет функциональной проверки системы.

143. Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры позволяет проверить, подвержена ли ПЭАС термической усталости и снижению эффективности контактов в результате изменений температуры и возможного неправильного подбора КТР материалов.

144. Аналогичные испытания используются в настоящее время для целей подтверждения соответствия электрических компонентов и подсистем. Кроме того, испытание на термический удар и циклическое изменение температуры (испытание T2: тепловое испытание) входит в серию транспортных испытаний в соответствии с пунктом 38.3 Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций по перевозке опасных грузов.

145. Поскольку для типов ПЭАС (таких, как литий-металлические батареи, литий-ионные батареи и литий-полимерные батареи), подпадающих под действие настоящих Правил, соответствие требованиям указанных Рекомендаций может быть зачастую обязательным, обеспечение возможности распространить на это испытание требования испытания T2 (тепловое испытание) рассматривается как эффективный подход; при этом более высокое значение экстремальной температуры определяется со ссылкой на приложение E («Возрастание температуры в каждой точке внутри автомобиля при безоблачной погоде») стандарта IEEE 1725 (2006).

146. Требования к испытанию и граничные условия взяты из Правил № 100 ООН с поправками серии 02.

147. По общему мнению, минус 40 °C – это наиболее низкая температура, которую надлежит рассматривать применительно к различным условиям использования автотранспорта (например, ГТП № 13). Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры призвано подтвердить, что конструкция ПЭАС в состоянии выдержать резкие перепады температуры, которые возможны при реальной эксплуатации. Поэтому в ходе состоявшихся в рамках неофициальной группы экспертов обсуждений по поправкам серии 02 к Правилам № 100 ООН было решено, что резкий перепад температуры в 100 °C превышает любые возможные скачки температуры, наблюдаемые в реальных условиях эксплуатации, и, следовательно, является достаточным для цели испытания. Как явствует из результатов применимых испытаний на износоустойчивость, проводившихся в средневропейских климатических условиях, максимальная температура аккумуляторной батареи во время работы не превышает 60 °C (см. рис. 14).

Рис. 14

## Частотность изменения температуры аккумуляторной батареи

Эпюра температур окружающего воздуха рост/°С																						
Транспортное средство	Износоустойчивость	Цикл месяцы	-30	-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	
			-25	-20	-15	-10	-5	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	
Транспортное средство 1	Испытание 1	9																				
Транспортное средство 2	Испытание 2	7																				
Транспортное средство 3	Испытание 3	8																				
Транспортное средство 4	Испытание 4	2																				
Транспортное средство 5	Испытание 5	8																				
Транспортное средство 6	Испытание 6	7	информации нет																			
Транспортное средство 7	Испытание 7	10	информации нет																			
Транспортное средство 8	Испытание 8	16	информации нет																			
Транспортное средство 9	Испытание 9	7	информации нет																			
Транспортное средство 10	Испытание 10	15																				
Транспортное средство 11	Испытание 11	14																				
Транспортное средство 12	Испытание 12	2																				
Транспортное средство 13	Испытание 13	3																				
Транспортное средство 14	Испытание 14	5																				
Транспортное средство 15	Испытание 15	5																				
Транспортное средство 16	Испытание 16	8																				
Транспортное средство 17	Испытание 17	6																				
Транспортное средство 18	Испытание 18	6																				

Частотность	
0%	
0%<T<10%	
10%<=T<20%	
20%<=T<30%	
30%<=T<40%	
40%<=T<50%	
50%<=T	

148. Исходя из указанных результатов, в реальных условиях сценарием, характеризующимся наибольшими перепадами температуры, является следующий: парковка транспортного средства на открытой стоянке (возможно, на ночь) при температуре  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ , запуск двигателя и нагревание аккумуляторной батареи в процессе эксплуатации до максимальной температуры  $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

с) *Огнестойкость (пункты 5.4.4 и 6.2.4 настоящих ГТП)*

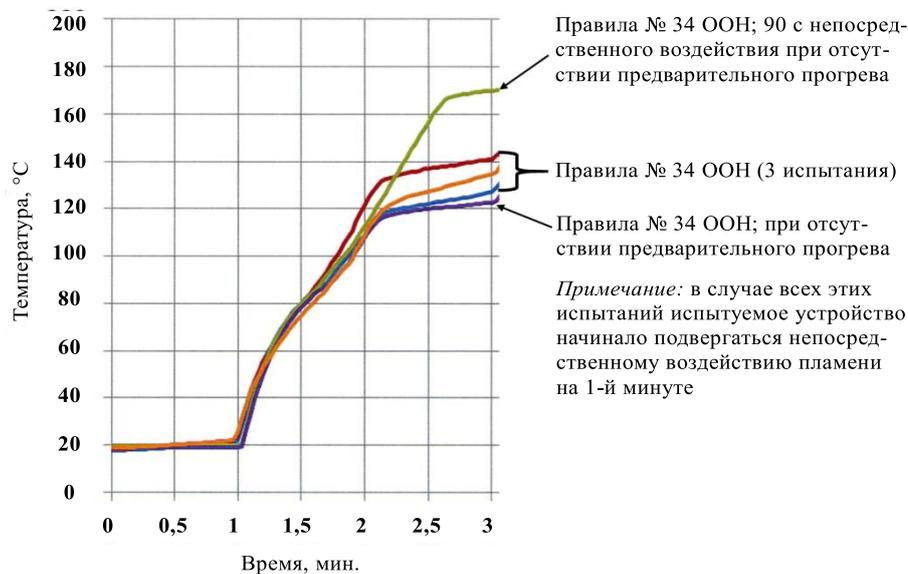
149. Это испытание ставит целью удостовериться, что у водителя и пассажиров имеется достаточно времени, чтобы покинуть транспортное средство при воздействии огня с внешней стороны транспортного средства в результате, например, вытекания топлива из какого-либо транспортного средства (либо из самого транспортного средства, либо из рядом стоящего транспортного средства). Кроме того, уровень требований эквивалентен минимальному уровню безопасности, установленному применительно к существующим транспортным средствам, работающим на жидком топливе, а технические требования аналогичны тем, которые предъявляются к пластмассовым топливным бакам согласно Правилам № 34 ООН. Несмотря на отсутствие конкретных данных в отношении требуемого запаса времени для целей эвакуации, практический опыт выполнения предписаний Правил № 34 ООН показывает, что нормативные требования обеспечивают достаточный уровень эффективности в плане учета аспектов безопасности при воздействии огня с внешней стороны транспортного средства.

150. Этому испытанию надлежит подвергать ПЭАС, установленные в транспортном средстве на высоте ниже 1,5 м над уровнем грунта. Полуметровый предел считается оптимальным, поскольку воздействие пламени на ПЭАС, установленное в транспортном средстве на такой высоте или выше, является незначительным ввиду того, что своеобразным «экраном», защищающим ПЭАС от горящего разлитого топлива, когда она установлена на высоте не ниже 1,5 м, выступают многочисленные элементы конструкции кузова транспортного средства.

151. В соответствии с Правилами № 34 ООН пластмассовые топливные баки должны трижды пройти одно и то же испытание (а именно, 60 с предварительного прогрева + 60 с непосредственного контакта с пламенем + 60 с косвенного контакта с пламенем). Поскольку результаты этих испытаний в значительной степени схожи (см. многократные испытания согласно Правилам № 34 ООН на рис. 15), то количество предусмотренных в пунктах 5.4.4 и 6.2.4 испытаний было сокращено с трех до одного. Чтобы компенсировать потенциальный разброс параметров воздействия пламени, продолжительность фазы испытания, предусматривающей непосредственное воздействие, была увеличена на 10 секунд. Это увеличение на 10 с основано на данных экспериментов, которые представлены на рис. 15 ниже и в которых значения температуры измеряют на имитационном транспортном средстве во время воздействия пламени в ходе трех испытаний, предусмотренных Правилами № 34 ООН (а именно, 60 с предварительного прогрева + 60 с непосредственного контакта с пламенем + 60 с косвенного контакта с пламенем), а также в рамках модифицированных вариантов испытания, предусмотренного этими же Правилами (например, 90 с непосредственного воздействия при отсутствии предварительного прогрева и 60 с непосредственного воздействия при отсутствии предварительного прогрева). Эти кривые также подтверждают, что предварительный прогрев не влияет на графики повышения температуры испытуемого устройства, а посему он был исключен из предусмотренной настоящими ГТП процедуры испытаний.

Рис. 15

**Средние показания температуры на имитационном транспортном средстве в ходе различных вариантов воздействия в соответствии с Правилами № 34**



152. Предусматривается также метод испытания на огнестойкость на уровне компонентов. Этот метод испытания аналогичен методу испытания на транспортном средстве. Поскольку этот метод должен быть действительным для всех возможных положений ПЭАС на транспортном средстве, то высота, на которой ПЭАС монтируется во время испытания, должна быть типичной для наихудшего сценария. В этой связи проводились эксперименты, в ходе которых температура, зависящая от высоты, измерялась над поверхностью топлива, находившегося в поддонах различных размеров; некоторые из этих экспериментов графически представлены на рис. 16 и 17 ниже. На основе результатов этих экспериментов для испытания компонентов была выбрана высота над поверхностью топлива, равная 50 см.

Рис. 16

**Показания температуры на различных высотах над поддоном площадью 2,2 м<sup>2</sup>**

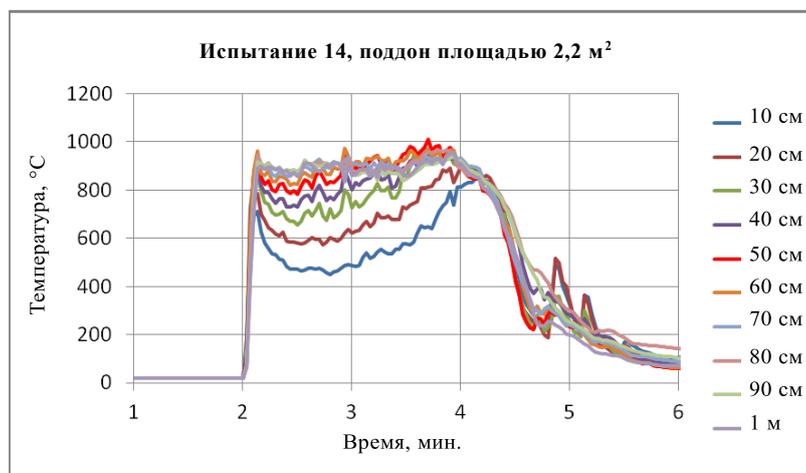
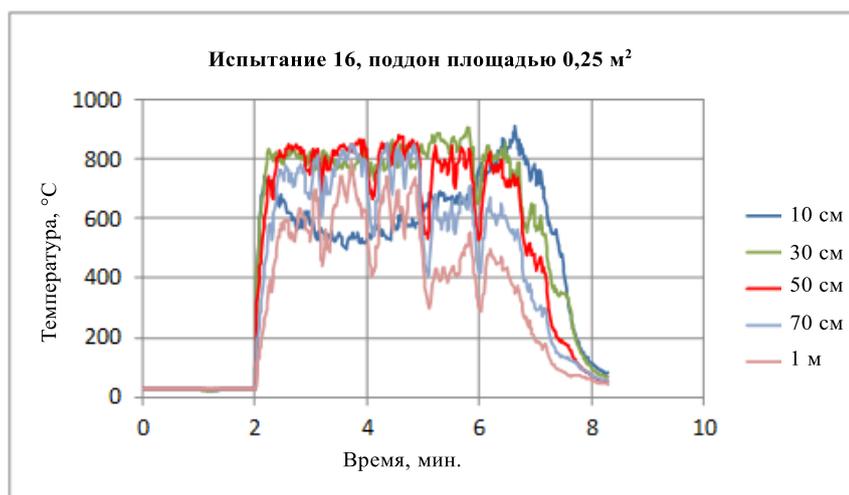


Рис. 17

**Показания температуры на различных высотах над поддоном площадью 0,25 м<sup>2</sup>**

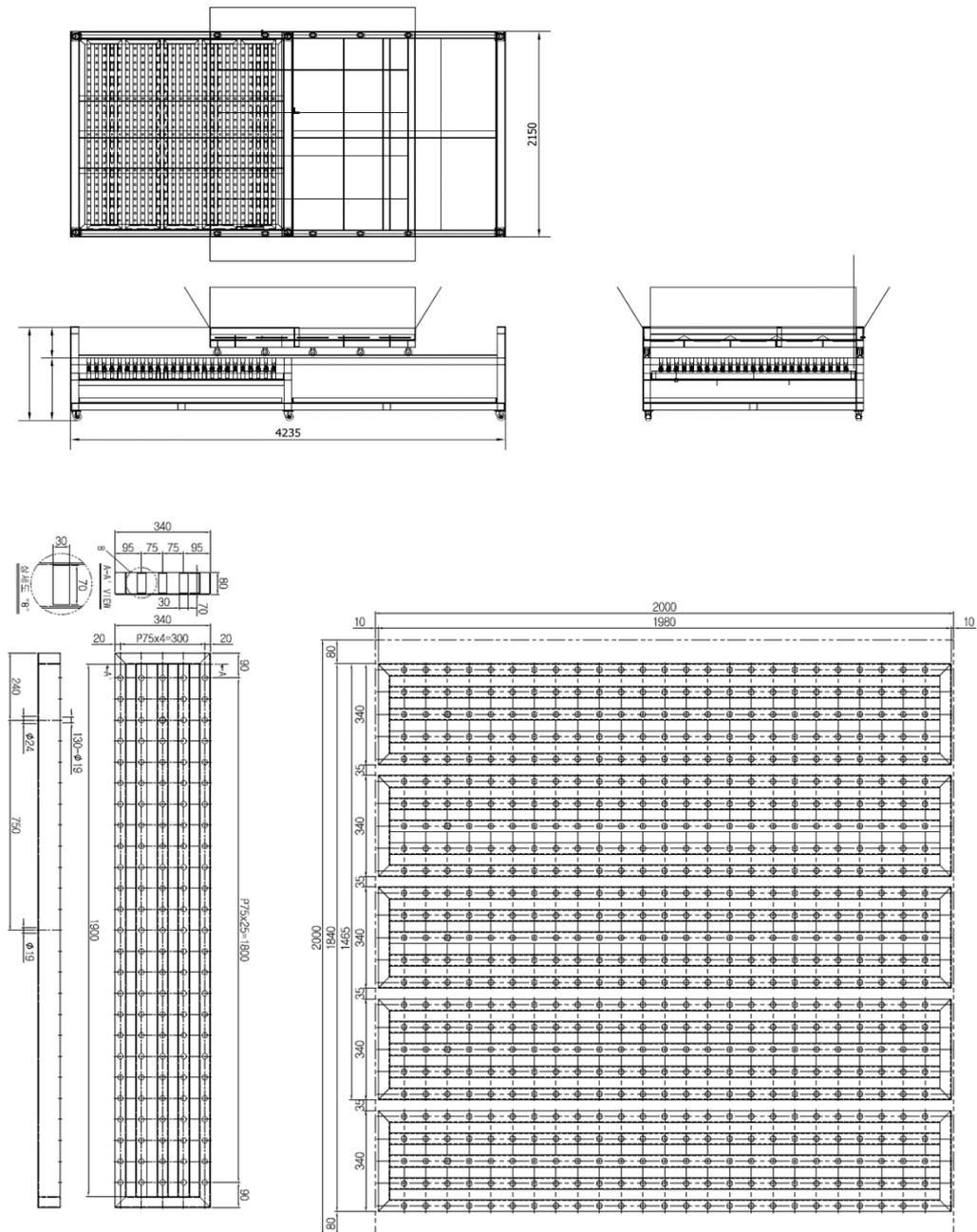


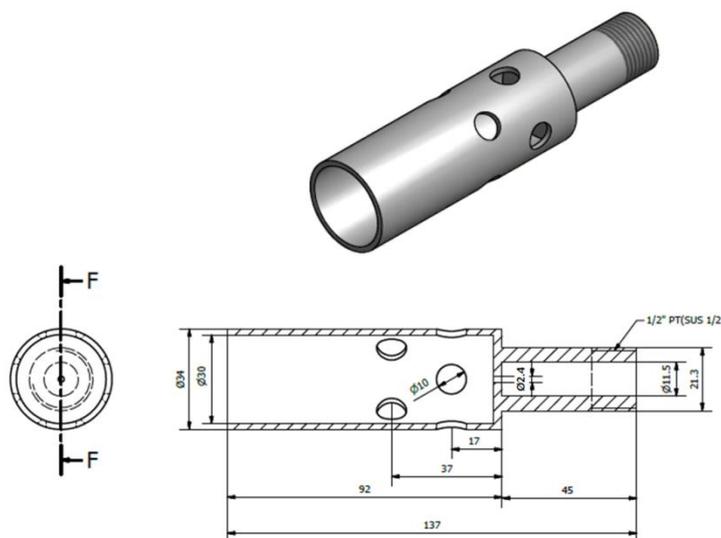
153. Одно из существенных различий между топливными баками и ПЭАС состоит в том, что ПЭАС могут выделять тепло сами по себе с возможным последующим тепловым пробоем. Поэтому метод испытания отличается от метода, предусмотренного Правилами № 34 ООН. В противовес испытанию с использованием топливного бака, к внешнему охлаждению или гашению испытуемого устройства, для того чтобы облегчить обнаружение утечек, не прибегают. Вместо этого за испытуемым устройством наблюдают в течение трех часов; это позволяет удостовериться в том, что температура понижается и что во время воздействия пламени опасные процессы, которые могли бы привести к взрыву, не начались.

154. Альтернативная процедура испытания с использованием газовой горелки СНГ (сжиженный нефтяной газ) (пункт 6.2.4.3.4). Контролировать поведение и высоту факела пламени при испытании с разливом горящего бензина уже само по себе затруднительно в силу турбулентной природы пламени. Для целей повышения степени управляемости и уменьшения пределов отклонения пламени Корейский научно-исследовательский и испытательный институт автотранспорта (KATRI) провел соответствующее исследование и предложил (EVS-02-07e) метод испытания ПЭАС с использованием газовой горелки (СНГ) (см. схему га-

зовой горелки на рис. 18), который аналогичен методу испытания, предусмотренному ГТП № 13 (Резервуар для водорода в транспортном средстве на водородных топливных элементах). Указанная газовая горелка (СНГ) позволяет контролировать высоту и температуру пламени за счет регулирования массового расхода подаваемого газа. Поэтому испытания на огнестойкость, проводимые с использованием газовой горелки (СНГ), имеют то преимущество, что они в большей степени поддаются контролю, и, следовательно, обеспечивают повторяемость/воспроизводимость результатов.

Рис. 18  
Схема газовой горелки (СНГ) KATRI



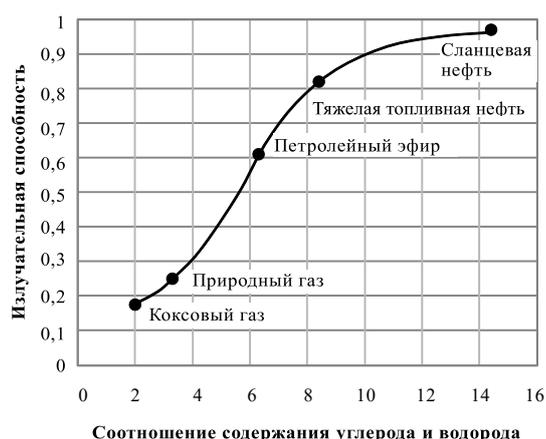


155. Было проведено целевое исследование для разработки таких технических характеристик газовой горелки (СНГ), которые – по температуре пламени и удельному тепловому потоку – были бы эквивалентны типичному пламени при разливе горящего бензина.

156. Как было отмечено экспертами, излучательная способность топлива возрастает по мере увеличения количества углерода и повышения яркости пламени (рис. 19). Следовательно, в зависимости от топлива удельный тепловой поток может быть разным, даже если температура пламени одинакова. На основании результатов проведенных испытаний и аналитических обзоров было установлено, что технические характеристики, разработанные для газовой горелки (СНГ), отвечают необходимым критериям эквивалентности. На данный момент соответствующие технические характеристики и аналитические выкладки по другим потенциальным видам топлива еще не подготовлены и, следовательно, не отражены в настоящих ГТП.

Рис. 19

**Излучательная способность пламени у разных видов топлива<sup>14</sup>**



157. Даже при использовании одного и того же топлива и относительного положения предмета, охватываемого пламенем, тепловой поток не может быть одинаковым, кроме случаев, когда факел пламени также эквивалентен. Таким образом, для получения одинакового удельного теплового потока следует надлежащим образом контролировать факел пламени.

<sup>14</sup> J. Stepanke, Industriell Wärmetechnik. Vulkan Verlag, Essen. Deutschland. 1977.

158. С тем чтобы удостовериться в эквивалентности испытаний с использованием газовой горелки (СНГ) (пункт 6.2.4.3.4) и с разливом горящего бензина (пункт 6.2.4.3.3), замеры температуры и удельного теплового потока пламени проводились при одних и тех же условиях и без испытуемого устройства (т.е. без ПЭАС) (EVSTF-07-29e). Температура замерялась под испытуемым устройством в пяти точках, расположенных на  $25 \pm 10$  мм ниже внешней поверхности испытуемого устройства. Тепловой поток замерялся на определенном удалении от пламени и по центру размещения испытуемого устройства.

159. Результаты измерений температуры пламени и удельного теплового потока газовой горелки (СНГ) показаны на рис. 20. В ходе испытания массовый расход СНГ возрастал каждые 60 с на 25 кг/ч в диапазоне от 175 кг/ч до 275 кг/ч. Результаты измерений температуры пламени и удельного теплового потока разлитого горящего бензина на фазах А, В и С (см. пункт 6.2.4.3.3 – Испытание на огнестойкость с разливом горящего бензина) при измерении согласно пункту 6.2.4.3.4.4 показаны на рис. 21.

160. Измеренный удельный тепловой поток пламени газовой горелки (СНГ) составляет около  $30\text{--}40$  кВт/м<sup>2</sup> и практически постоянен при каждом расходе по массе. По мере увеличения массового расхода удельный тепловой поток возрастает почти пропорционально. Удельный тепловой поток разлитого горящего бензина составляет около  $25\text{--}50$  кВт/м<sup>2</sup>.

Рис. 20

**Температура пламени и удельный тепловой поток газовой горелки (СНГ) при увеличении массового расхода СНГ (без испытуемого устройства)**

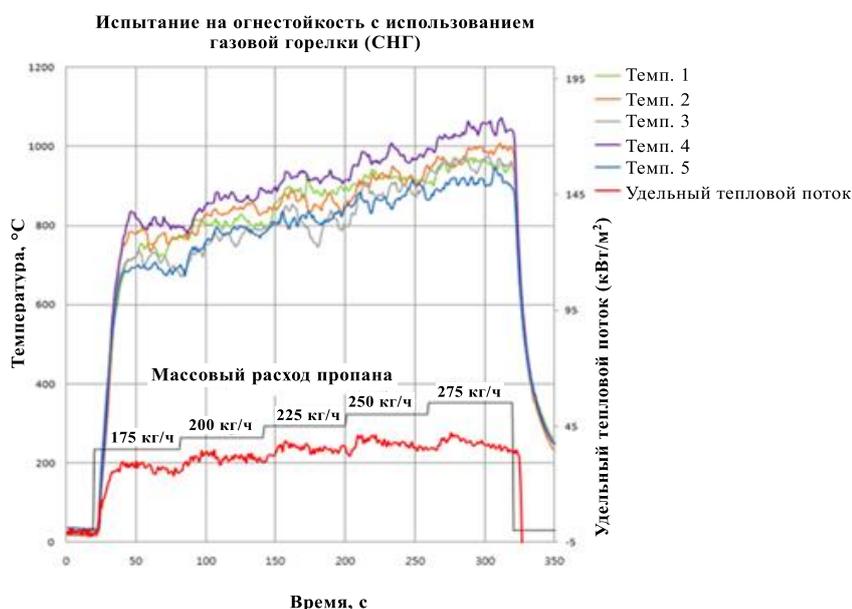
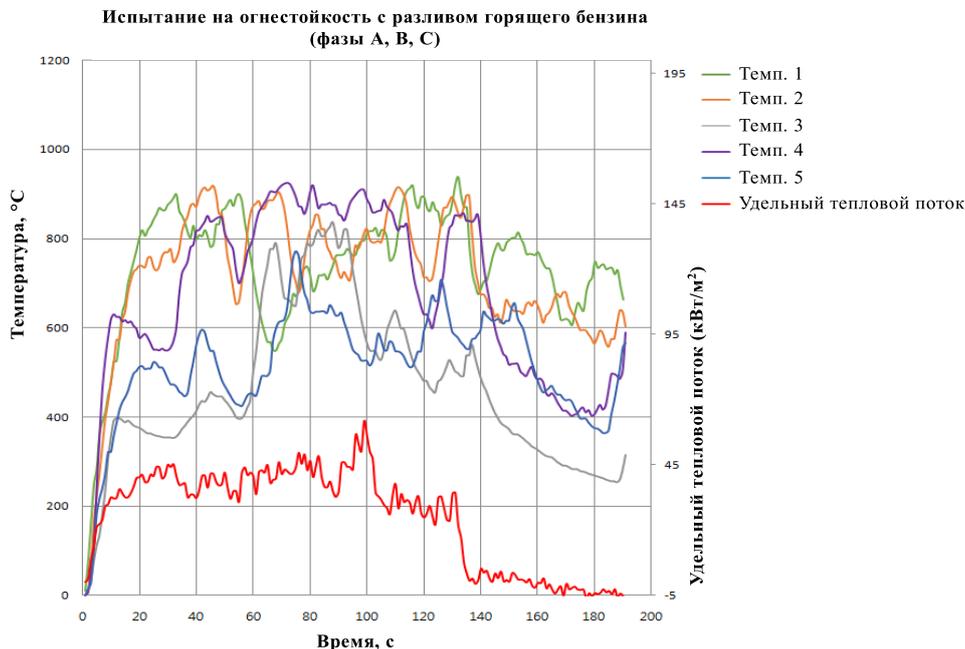


Рис. 21  
**Температура пламени и удельный тепловой поток разлитого горящего бензина (без испытываемого устройства)**



161. В таблице 3 дается сопоставление величин интегрального теплового потока при каждом из условий испытания. Интегральный тепловой поток в период непосредственного контакта с пламенем (т.е. время достижения температуры 800 °С плюс еще 2 минуты) для каждого значения массового расхода СНГ при испытании с использованием газовой горелки (СНГ) (пункт 6.2.4.3.4 настоящих ГТП) показан в таблице 3 в сравнении с интегральным тепловым потоком на протяжении 130 с (для фаз В и С) при испытании с разливом горящего бензина (пункт 6.2.4.3.3 настоящих ГТП).

162. Как показали результаты испытаний, величины интегрального теплового потока в случае испытания с использованием газовой горелки (СНГ) и испытания с разливом горящего бензина практически эквивалентны при массовом расходе СНГ 200 кг/ч. Именно поэтому расход по массе СНГ, составляющий в ходе испытания 200 кг/ч, считается надлежащей величиной.

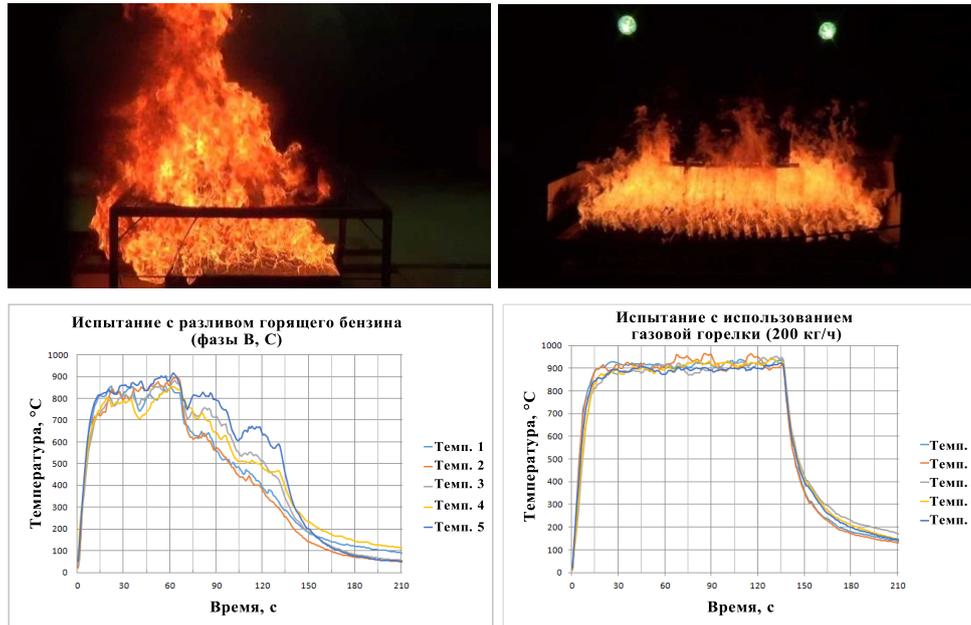
Таблица 3  
**Сравнение теплового потока при использовании газовой горелки (СНГ) и при разливе горящего бензина**

<i>Газовая горелка (СНГ)</i>		<i>Разлив горящего бензина</i>	
Топливо (расход по массе)	Интегральный тепловой поток	Топливо	Интегральный тепловой поток
СНГ (175 кг/ч)	4 181	Бензин	4 460
СНГ (200 кг/ч)	4 450		
СНГ (225 кг/ч)	4 945		

163. Было также проведено сравнение температур пламени при использовании газовой горелки (СНГ) (расход по массе: 200 кг/ч) и при разливе горящего бензина, теперь уже с испытываемым устройством (макет ПЭАС).

Рис. 22

**Фотоснимки эпизодов испытания и кривые температур пламени при разливе горящего бензина и при использовании газовой горелки (СНГ)**



164. Как показано на рис. 22, температура пламени газовой горелки (СНГ) – при размещенном над ней испытуемом устройстве и при расходе по массе СНГ 200 кг/ч – составляет 850–950 °С, что выше температуры в случае разлива горящего бензина. В ходе испытания с разливом горящего бензина температура составляет 700–900 °С на фазе непосредственного контакта с пламенем (фаза В) и 300–800 °С – на фазе косвенного контакта с пламенем (фаза С). Отклонение температуры, наблюдаемое в ходе испытания с использованием газовой горелки (СНГ), намного ниже, чем при испытании с разливом горящего бензина.

165. Поскольку температуры не были сочтены в точности равнозначными, было проведено исследование с использованием разных образцов потенциальных испытуемых устройств (т.е. с образцами макета ПЭАС различного размера) для выяснения того, приведут ли температурные различия к существенно отличающимся результатам и можно ли путем корректировки расположения датчика температуры по отношению к испытуемому устройству получить более эквивалентные результаты (EVSTF-08-54e).

166. При замерах температуры используют среднее значение пяти датчиков, с тем чтобы определить температурный режим для компенсации отклонений температуры, обусловленных конструкцией испытуемого устройства или переходными температурными колебаниями. Температуру пламени измеряют непрерывно, и на протяжении всего времени воздействия огня не реже чем раз в секунду рассчитывают среднюю температуру.

167. Датчики температуры устанавливают в подходящих местах, причем таким образом, чтобы можно было охватить всю площадь дна испытуемого устройства. По крайней мере один датчик температуры должен размещаться по центру испытуемого устройства, а четыре датчика – ближе к краю испытуемого устройства и на равном расстоянии друг от друга; это позволяет убедиться, что вся площадь дна испытуемого устройства находится под воздействием равномерного пламени (EVSTF-08-54e).

168. При определении расстояния 50 мм ниже испытуемого устройства, имеющего необычную форму (например, туннелеобразную), требуемое расстояние отсчитывают от самой нижней точки испытуемого устройства в направлении

его ориентации при установке на транспортном средстве. Таким образом, все датчики температуры должны устанавливаться на высоте  $50 \pm 10$  мм ниже самой низкой точки внешней поверхности испытуемого устройства и в одной плоскости.

169. Если конфигурация дна испытуемого устройства имеет значительные неровности (например, глубокие выемки и т.д.), то в этом месте воздушный поток может оказаться недостаточным, что может привести к заниженным температурам. В подобных случаях не следует устанавливать датчики температуры в таком месте.

*d) Защита от внешнего короткого замыкания (пункты 5.4.5 и 6.2.5 настоящих ГТП)*

170. Этот испытание имеет целью проверить работу соответствующих органов управления транспортного средства, выполняющих функцию устройства защиты от короткого замыкания во внешней цепи ПЭАС. Если в ПЭАС имеется какое-либо устройство защиты (например, предохранитель, контактор и т.д.), то будет оцениваться функциональность такого устройства, а если такого устройства нет, то будет оцениваться устойчивость ПЭАС к короткому замыканию. Метод испытания разработан на основе существующих стандартов и других технических справочников. Сопротивление соединения (не более 5 мОм) взято из стандарта SAE J2464 (Рекомендованная практика для наземных транспортных средств, Перезаряжаемая энергоаккумулирующая система (ПЭАС) на электромобилях и гибридных транспортных средствах – испытания на безопасность и неправильную эксплуатацию, ноябрь 2009 года), в котором оно указано для полного короткого замыкания. Возможно, приведенное значение сопротивления короткого замыкания придется в будущем пересмотреть с учетом разработки соответствующих правил или стандартов для «мягкого» короткого замыкания.

171. Этот метод испытания не охватывает случаи короткого замыкания внутри корпуса (кожуха батареи) ПЭАС, поскольку такие случаи будут оцениваться в ходе других испытаний, таких как испытания на виброустойчивость, на термический удар и циклическое изменение температуры и на механический удар.

172. Испытание проводят при температуре окружающей среды и максимальной СЗ (поскольку более высокая СЗ повышает вероятность теплового пробоя/рассеяния в случае неисправности устройств защиты). Допускается проведение испытания на короткое замыкание с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС при условии, что характеристики испытуемой подсистемы ПЭАС отражают характеристики ПЭАС в сборе. Допускается также проведение этого испытания на транспортном средстве с использованием для наложения закоротки жгута разъема питания.

173. По завершении испытания на короткое замыкание проводят стандартный цикл зарядки/разрядки, если тому не препятствует испытуемое устройство (транспортное средство, ПЭАС или подсистема(ы) ПЭАС). В случае испытания на короткое замыкание дополнительным критерием эффективности является следующий: должно сработать устройство защиты транспортного средства или ПЭАС, прерывающее ток короткого замыкания, либо температура, измеренная на корпусе ПЭАС, должна стабилизироваться в течение 2 часов после наложения закоротки. Хотя конструкцией ныне существующих ПЭАС предусматривается наличие устройств защиты от короткого замыкания, не исключена вероятность того, что в будущем необходимость в таких защитных устройствах может отпасть; поэтому при оценке степени безопасности за основу берется стабильность температуры ПЭАС.

- e) *Испытания на транспортном средстве, а также с использованием ПЭАС в сборе или подсистемы ПЭАС для оценки функционирования устройств защиты ПЭАС или органов управления транспортного средства в порядке обеспечения безопасности ПЭАС (пункты 5.4.6–5.4.10 настоящих ГТП)*

174. Предусмотренный набор испытаний служит для оценки функционирования органов управления транспортного средства, призванных обеспечить безопасность ПЭАС при различных возможных факторах воздействия на нее. Указанные применительно к конкретным режимам сбоев и с учетом анализа критичности отказов условия испытаний включают избыточную зарядку, чрезмерную разрядку, перегрев, работу при низких температурах и перегрузку по току. Более развернутое описание испытаний приводится в нижеследующих пунктах. Испытания могут проводиться на транспортном средстве или же с использованием ПЭАС в сборе либо подсистемы ПЭАС соответственно. При испытаниях на транспортном средстве допускается привнесение воздействующего на ПЭАС фактора в нормальных условиях эксплуатации транспортного средства и в процессе обычной зарядки. В качестве альтернативы испытания могут проводиться с использованием, когда это возможно, для привнесения воздействующего на ПЭАС фактора жгута разъема питания.

- f) *Критерии эффективности для оценки функционирования устройств защиты ПЭАС или органов управления транспортного средства в порядке обеспечения безопасности ПЭАС*

175. Применительно к испытаниям устройств защиты ПЭАС или органов управления транспортного средства общим критерием эффективности является следующий: во время испытания и в продолжение 1-часового периода наблюдения после испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва, стравливания, огня или взрыва, а сопротивление электрической изоляции ПЭАС должно быть не менее 100 Ом/В. Для целей оценки результатов каждого из испытаний 1-часовой период наблюдения был признан оптимальным сроком.

- g) *Защита от избыточной зарядки (пункты 5.4.6 и 6.2.6 настоящих ГТП)*

176. Причиной избыточной зарядки ПЭАС может быть неисправность системы зарядки, например, функциональный сбой во внешнем зарядном устройстве или системе подзарядки за счет рекуперативного торможения. К числу возможных причин также относятся неисправность датчика или дрейф опорного напряжения. Избыточная зарядка ПЭАС может привести к очень большой потере тепловой мощности в результате снижения электрического тока и/или химической стабильности из-за высоких температур. Это может привести к таким серьезным сбоям, как пожар или взрыв. Цель указанного испытания состоит в проверке эффективности функционирования бортового устройства защиты ПЭАС от избыточной зарядки от внешнего источника питания во время ее работы. Если ПЭАС оснащена таким устройством защиты (например, подключенная к контактам система управления батареей), то его функциональность достигается путем прерывания тока заряда или его ограничения до безопасного значения. Если такой функции нет и элементы не защищены от избыточной зарядки, то ПЭАС заряжается до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем (исходя из технического обоснования, такое значение температуры считается достаточно высоким для того, чтобы вызвать незначительно/серьезное повреждение ПЭАС, не создавая при этом опасности для персонала, проводящего испытание). Применительно к конечным критериям испытания за основу взяты соображения практичности его проведения, безопасности соответствующего персонала и сокращения продолжительности испытания. После окончания зарядки проводят стандартный цикл, если тому не препятствует испытываемое устройство (транспортное средство, ПЭАС или подсистема(ы) ПЭАС).

177. Испытание проводят при нормальных внешних условиях, причем СЗ корректируют таким образом, чтобы она находилась приблизительно посередине нормального диапазона функционирования. Испытание может проводиться на транспортном средстве либо с использованием ПЭАС в сборе. При испытании на транспортном средстве зарядку осуществляют – в случае транспортных средств, зарядка которых может осуществляться от бортовых источников энергии, – путем прогона транспортного средства (на динамометрическом стенде), а в случае автомобилей, заряжаемых от внешнего источника, – путем подсоединения внешнего электропитающего оборудования. Применительно же к автомобилям, допускающим возможность зарядки ПЭАС как от внешнего источника электропитания, так и от бортовых источников энергии, используют оба метода. В качестве альтернативы зарядку ПЭАС можно проводить с помощью жгута разъема питания при условии, что его можно подсоединить в месте в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее зарядки от внешнего электропитающего оборудования. При испытании с использованием ПЭАС в сборе применяют внешнее зарядно-разрядное оборудование.

*h) Защита от чрезмерной разрядки (пункты 5.4.7 и 6.2.7 настоящих ГТП)*

178. Чрезмерная разрядка ПЭАС сама по себе не может привести к серьезному сбою. Однако в некоторых видах ПЭАС могут необратимо протекать особые химические реакции. Последующая зарядка такой чрезмерно разряженной ПЭАС может привести к пожару или взрыву. Цель указанного испытания состоит в проверке эффективности функционирования бортового устройства защиты ПЭАС от чрезмерной разрядки во время ее работы. Если ПЭАС оснащена таким устройством защиты (например, подключенная к контакторам система управления батареей), то его функциональность доказывается путем прерывания тока разряда либо стабилизацией температуры ПЭАС таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за 2 часа (тем самым обеспечивается положение, при котором ток разряда – даже хотя разрядка может быть и не окончена – ограничивается до безопасного значения). Если устройства защиты от чрезмерной разрядки нет, то ПЭАС разряжают до 25% от ее номинальной емкости. Данный критерий завершения испытания приведен в стандартах ISO 12405 (Транспорт дорожный на электрической тяге – Технические условия испытания модулей и систем тяговых литий-ионных батарей) и SAE J2929 (Стандарт на безопасность системы аккумуляторов электромобилей и гибридных транспортных средств – литиевые подзаряжаемые элементы). Наконец, для оценки степени влияния чрезмерной разрядки проводят стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, если тому не препятствует ПЭАС.

179. Испытание проводят в условиях окружающей среды и начинают при низкой СЗ в целях ограничения его продолжительности. Испытание может проводиться на транспортном средстве или же с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. При испытании на транспортном средстве зарядку ПЭАС осуществляют в процессе прогона транспортного средства (на динамометрическом стенде) или за счет включения вспомогательного электрооборудования (систем отопления, кондиционирования воздуха, освещения, аудиовизуальной аппаратуры и т.д.). В данном случае проводят испытания как на зарядку в процессе прогона, так и на разрядку за счет включения вспомогательного электрооборудования, поскольку каждый из режимов разрядки может привести к срабатыванию различных органов управления транспортного средства. В качестве альтернативы зарядку ПЭАС можно проводить с использованием разрядного резистора, подсоединенного к жгуту разъема питания, при условии, что жгут можно подсоединить в месте в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее зарядки. При испытании с использованием ПЭАС в сборе применяют внешнее зарядно-разрядное оборудование.

i) *Защита от перегрева (пункты 5.4.8 и 6.2.8 настоящих ГТП)*

180. Целью этого испытания является проверка эффективности мер по защите ПЭАС от внутреннего перегрева во время работы даже в случае отказа системы охлаждения, если таковая предусмотрена, или ее работы со значительными функциональными ограничениями. Неисправность системы охлаждения может привести к повышению температуры ПЭАС, что чревато тепловым пробоем топливных элементов.

181. Испытание на предмет защиты от перегрева проводят с использованием ПЭАС в сборе или на транспортном средстве. При испытании с использованием ПЭАС в сборе температуру ПЭАС повышают за счет зарядки-разрядки (в нормальном режиме работы) в условиях высокой окружающей температуры до подтверждения функциональности мер защиты (например, блокировка зарядки-разрядки, срабатывание аварийной системы охлаждения и т.д.). Если в конкретных мерах по защите ПЭАС от перехода в опасное состояние в результате внутреннего перегрева нет необходимости, то зарядку-разрядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не станет стабильной.

182. При испытании на предмет защиты от перегрева с использованием транспортного средства последнее – для повышения температуры ПЭАС и органов управления – минимум на 6 часов помещают в климатическую камеру с контролем температуры на уровне 40–45 °С (типичные для жаркого климата температурные условия эксплуатации транспортного средства). Затем на транспортном средстве, все еще находящемся в климатической камере, проводят циклы зарядки/разрядки с целью повысить температуру элементов ПЭАС. Испытание прекращают, когда процедура зарядки/разрядки завершена либо температура ПЭАС на протяжении 2 часов остается стабильной (критерий, свидетельствующий о безопасном функционировании систем транспортного средства) или же с момента начала процедуры зарядки/разрядки прошло 3 часа. Применительно к критериям завершения испытания за основу взяты соображения практической его проведения и сокращения (во избежание ненужного затягивания) продолжительности испытания.

j) *Защита от перегрузки по току (пункты 5.4.9 и 6.2.9 настоящих ГТП)*

183. Перегрузка по току в процессе зарядки постоянным током (обусловленная функциональным сбоем во внешнем зарядном оборудовании) может привести к нагреванию ПЭАС и повреждению топливных элементов. Поэтому транспортные средства с возможностью зарядки постоянным током от внешнего электропитающего оборудования должны быть оснащены устройством защиты от перегрузки по току. Соответствующее испытание проводят на транспортном средстве, причем при температуре окружающей среды и первоначальной СЗ, находящейся посередине нормального диапазона функционирования. Давать более точные указания в отношении СЗ нет необходимости, если только СЗ не является настолько высокой, что зарядка прерывается в результате срабатывания не функции защиты от перегрузки по току, а устройства защиты от избыточной зарядки. Испытание может проводиться с подачей тока заряда и тока перегрузки через входное соединительное устройство, предназначенное для зарядки постоянным током (с блокированием канала управления зарядом внешнего электропитающего оборудования), либо через подсоединенный в месте в непосредственной близости от ПЭАС жгут разъема питания. Определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – допустимый уровень перегрузки по току и допустимое максимальное напряжение (в пределах нормы). После начала зарядки силу зарядного тока увеличивают через 5-секундные интервалы с максимального штатного значения до установленного уровня перегрузки по току и поддерживают на этом уровне до тех пор, пока функция защиты от перегрузки по току не прервет зарядку либо температура в течение 1 часа с момента достижения уровня перегрузки по току не стабилизируется.

*к) Термическая защита (пункт 5.2.10 настоящих ГТП)*

184. Эпизодическое функционирование ПЭАС в условиях очень низких температур не может привести к серьезному сбою. Однако в некоторых видах ПЭАС могут протекать особые химические реакции, способные вызвать повреждение ПЭАС в случае ее частой и интенсивной зарядки при крайне низких температурах. Последующая зарядка такой поврежденной ПЭАС может привести к пожару или взрыву. Поэтому в условиях сурового климата от частой и интенсивной зарядки, возможно, необходимо отказаться либо ограничить ее до минимума. Поскольку на сегодняшний день не имеется процедуры практического испытания для оценки эффективности функционирования органов управления транспортного средства, от изготовителей требуется представление документации, подтверждающей, что транспортное средство обеспечивает возможность контролирования и надлежащего регулирования работы ПЭАС на пределе границ безопасности ПЭАС по низким температурам.

*л) Контроль сброса газов, выделяемых ПЭАС (пункт 5.4.11 и приложение 1 настоящих ГТП)*

185. Нестандартные условия и/или небрежная эксплуатация (избыточная зарядка, короткое замыкание, наличие внешнего источника тепла и т.д.) могут привести к внезапному увеличению температуры топливного элемента. Давление, вызванное, например, испарением и разложением электролита, может впоследствии привести к механическим отказам внутри топливного элемента, что способно вызвать разрыв его наружного корпуса. В случае повышения давления начинает работать механизм стравливания, с тем чтобы предотвратить неконтролируемый разрыв топливного элемента, так как это может негативно сказаться на механической целостности аккумуляторной батареи, и, как следствие, причинить вред водителю и пассажирам. Отсюда следует, что механизм стравливания является важной мерой безопасности, которая широко применяется в отношении аккумуляторных батарей транспортных средств.

186. Стравливание (как оно определено в пункте 3.49 настоящих ГТП) – это типичная реакция на газы, выделяемые ПЭАС, причем в случае тяговых батарей открытого типа и всех других типов батарей характер данного явления различается. Продувка топливного элемента способна привести к выбросу газов и взвешенных частиц из ПЭАС и, как следствие, может потенциально подвергнуть водителя и пассажиров воздействию таких выбросов. Как правило, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию любых опасных факторов среды, обусловленных выбросами из ПЭАС, однако уровень опасности и объем таких выбросов бывают различными в зависимости от типа батареи и типа электролита.

187. Тяговая батарея открытого типа означает тип батареи, требующей доливки жидкости и выделяющей водород, выпускаемый в атмосферу. В Правилах № 100 ООН оговорены количественные требования в отношении уровня выбросов водорода, выделяемого тяговыми батареями открытого типа, и соответствующими органами, а также изготовителями накоплен достаточный опыт безопасного обращения с аккумуляторными батареями данного типа. Поэтому для целей настоящих ГТП рекомендуется применение такой же процедуры испытаний.

188. Аккумуляторные батареи (за исключением тяговых батарей открытого типа), в которых используется водный электролит, такие как никель-металлгидридные (NiMH) или т.н. «не требующие обслуживания» свинцово-кислотные, могут быть оснащены клапаном для регулировки давления, который контролирует внутреннее давление и должен повторно закрываться после сброса избыточного давления. Стравливаемые из батарей такого типа газы содержат водород, однако объем выделяемых газов обычно незначителен, что объясняется износостойкостью и надежностью батарей. Поэтому для таких аккумуляторных батарей проведение испытания на выброс водорода не предполагается.

189. Аккумуляторные батареи (за исключением тяговых батарей открытого типа), в которых используется безводный электролит, такие как литий-ионные батареи, оснащены, с учетом современных требований, определенными механизмами срабатывания, позволяющими предотвращать разрыв или взрыв. Как правило, срабатывание в литий-ионных топливных элементах происходит в следующих двух случаях: а) при воспламенении и/или разложении электролита, и б) исключительно при испарении электролита. Во втором случае объем выделяемых газов рассматривается как менее значительный в плане создания дополнительного риска для водителя и пассажиров. В первом же случае выбросы из топливных элементов чреватны повышенным риском для водителя и пассажиров транспортного средства, если они будут подвержены воздействию таких веществ.

190. Как показывают результаты проведенных обстоятельных исследований, газы, выделяемые внутри литий-ионных аккумуляторных батарей и срабатываемые из них, обычно содержат диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), оксид углерода (CO), водород (H<sub>2</sub>), кислород (O<sub>2</sub>), легкие углеводородные газы C<sub>1</sub>-C<sub>5</sub>, например метан и этан, а также фторсодержащие соединения, такие как фтористый водород (HF), и фторорганические вещества, например фтористый этил<sup>15, 16, 17, 18, 19</sup>. Опасности, связанные с токсичностью, коррозионной активностью и воспламеняемостью газов, выделяемых из аккумуляторных батарей, признаны в различных стандартах и правилах, таких как ISO 6469-1, SAE J2464, SAE J2929, UL2580 и пункт 38.3 Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций по перевозке опасных грузов. В случае топливных элементов 18650 из расчета на каждый ампер-час (А·ч) емкости элемента допускается срабатывание в среднем приблизительно 1,2 л газа (при стандартных значениях температуры и давления, STP)<sup>20</sup>.

191. Во избежание вреда, который может быть нанесен человеку в результате потенциально токсичных или коррозионных выбросов, применительно к ПЭАС (за исключением тяговых батарей открытого типа) срабатывание принимается в качестве критерия прохождения/непрохождения для следующих испытаний в условиях эксплуатации: на виброустойчивость, на термический удар и циклическое изменение температуры, на защиту от внешнего короткого замыкания, на защиту от избыточной зарядки, на защиту от чрезмерной разрядки, на защиту от перегрева и на защиту от перегрузки по току. В рамках настоящих Правил охватывается критерий пожаробезопасности, который касается вопроса воспламеняемости срабатываемого газа.

192. Неофициальная рабочая группа рассмотрела целесообразность разработки – для использования в ходе испытания в условиях эксплуатации – надежного и воспроизводимого метода проверки наличия срабатывания, а также потенциального воздействия на водителя и пассажиров газов, выбрасываемых в вышеупомянутом случае а), т.е. при воспламенении и/или разложении электролита. Был рассмотрен ряд идей, предложенных СИЦ, Японией и МОПАН, однако ни один из методов (за исключением метода визуального наблюдения), который можно было бы взять за основу оценки влияния срабатываемых газов на водителя и пассажиров транспортного средства, не был признан на данном этапе подходящим для проверки наличия срабатывания. Срабатывание, происходящее в случае а), оставляет определенные следы в виде сажи и остатков электролита,

<sup>15</sup> S. Koike, M. Shikano, H. Sakaebe, H. Kobayashi, «Study of generative gas species from lithium-ion battery component under abuse conditions», Abstract # 1009, Honolulu 2012, The Electrochemical Society Meeting.

<sup>16</sup> M. Onuki, S. Kinoshita, Y. Sakata, M. Yanagidate, Y. Otake, M. Ue, M. Deguchi, . Electrochem. Soc., 2008, 155, A794.

<sup>17</sup> C. Mikolajczak, M. Kahn, K. White, R.T. Long, «Lithium-Ion batteries hazard and use assessment», Springer, 2011 and references therein.

<sup>18</sup> W. Kong, H. Li, X. Huang, L. Chen, J. Power Sources, 2005, 142, 285.

<sup>19</sup> A. Hammami, N. Raymond, M. Armand, Nature, 2003, 424, 635–636.

<sup>20</sup> E.P. Roth, C.J. Orendorff, «How electrolytes influence battery safety», Interface, Summer 2012, p.45.

обнаружить которые можно даже в ходе проверок по результатам испытания. Таким образом, применительно к испытаниям, имитирующим условия эксплуатации, требуется дополнительный критерий оценки наличия стравливания, которое можно наблюдать визуально без необходимости разборки испытуемого устройства.

*m) Тепловое рассеяние (пункт 5.4.12 настоящих ГТП)*

193. Как правило, при тепловом пробое топливного элемента происходит передача тепла соседним топливным элементам за счет кондуктивного, конвекционного и радиоактивного теплообмена. В результате теплообмена тепловой пробой в одном топливном элементе может распространяться на окружающие топливные элементы, вызывая реакции, чреватые возгоранием или, в крайне редких случаях, взрывом. Тепловой пробой характерен для литий-ионных аккумуляторных батарей, широко используемых ныне во многих ПЭАС электромобилей. Реакция теплового пробоя происходит в том случае, когда превышен предел тепловой стабильности химического состава топливного элемента и элемент высвобождает свою энергию экзотермически с неконтролируемой скоростью. Тепловой пробой сопровождается появлением дыма, огня и, в крайних случаях, даже возможным взрывом. Содержащиеся в дыму воспламеняющиеся или токсичные пары могут быть чрезмерно горячими и воспламениться, они могут содержать корродирующие или токсичные вещества либо могут привести к энергетическому разрушению топливного элемента. Нередко при тепловом пробое происходит возгорание, что обусловлено выбросом газа. Задымление, возгорание и взрыв создают угрозу безопасности водителя и пассажиров электромобиля. Поэтому связанные с тепловым пробоем факторы опасности должны быть ограничены.

194. Несмотря на то, что используемые в качестве ПЭАС аккумуляторные батареи в состоянии пройти ныне существующие испытания и соответствовать применимым стандартам, включая пункт 38.3 Руководства по испытаниям и критериям, являющегося составной частью Рекомендаций по перевозке опасных грузов, Правила № 100 ООН, SAE-J2464, IEC-62133 и GB/T-31485, в условиях практической эксплуатации тепловой пробой все же временами происходит, например вследствие внутреннего короткого замыкания.

195. Уже сообщалось о случаях внутреннего короткого замыкания в литий-ионных аккумуляторных батареях при эксплуатации (например, в потребительских товарах). Существует потребность в принятии требований, предусматривающих, чтобы никакой отказ вследствие внутреннего короткого замыкания, произошедший в электромобиле, не приводил к возникновению значительных рисков для водителя и пассажиров транспортного средства. В то же время ни одно из испытаний согласно действующим стандартам не позволяет достаточно четко имитировать тепловой пробой, вызванный внутренним коротким замыканием. Механизм внутреннего короткого замыкания весьма сложен, и потребуются годы для его дальнейшего изучения. Однако совершенно очевидно, что вероятность самопроизвольного внутреннего короткого замыкания можно уменьшить посредством таких мер, как жесткий контроль в процессе изготовления, а также внесение усовершенствований в конструкцию топливного элемента, включая использование невоспламеняющихся видов электролита, ионных жидкостей, термостойких и непрокаляемых прокладок, улучшенных анодных и катодных материалов.

196. Тем не менее необходимо разработать испытание, результаты которого свидетельствовали бы о том, что сопряженные с тепловым рассеянием потенциальные риски для водителя и пассажиров транспортного средства надлежащим образом минимизированы. Такое испытание должно отвечать следующим условиям:

- a) инициирование теплового пробоя на уровне отдельного топливного элемента должно быть повторяемым, воспроизводимым и практически допустимым;

- b) оценка теплового пробоя с помощью датчиков общего применения, например, датчиков напряжения и температуры, должна быть практичной, повторяемой и воспроизводимой;
- c) оценка того, влечет ли последующее тепловое явление за собой серьезную опасность теплового рассеяния, должна быть однозначной и подкрепленной фактическими данными.

197. Принимая во внимание риски в плане безопасности, сопряженные с тепловым рассеянием, рабочая группа под руководством Китая тщательно проанализировала любезно представленные материалы обстоятельных исследований, проведенных Китаем и другими сторонами. Признавая стремительное развитие технологий ЭМ, практический опыт, накопленный за последние годы, и ожидаемый рост использования ЭМ, рабочая группа пришла к выводу, что для решения проблемы теплового рассеяния крайне важен всеобъемлющий и комплексный подход.

198. Невзирая на расхождения во мнениях, высказанных разными экспертами, и учитывая все еще продолжающиеся исследования, было признано настоятельно необходимым согласовать практическое решение для этапа 1, гарантирующее приемлемый уровень безопасности водителя и пассажиров, пока не будет разработано более надежное решение на этапе 2. Это означает, что на смену временного требования в отношении документации в конечном итоге придет согласованная процедура испытаний.

199. В результате теплового рассеяния топливный элемент может выделять газы, которые могут стравливаться из ПЭАС. В отношении связанного с газами риска рабочая группа сделала в EVS-12-07 следующее замечание: «Оценка потенциальных рисков безопасности в данном случае требует проведения дополнительных исследований, которые позволили бы установить, насколько необходимы ограничения по выбросам, для каких веществ и какой метод можно использовать для измерения таких выбросов. Проведение соответствующих исследований и анализов на этапе 1 не представлялось возможным. Поэтому данные аспекты будут охвачены на этапе 2 разработки настоящих Правил».

200. Учитывая ограничения, связанные с разработкой конкретного испытания, позволяющего оценивать тепловой пробой отдельного топливного элемента, было решено предложить изготовителю представлять конструкторскую документацию, подтверждающую техническую способность транспортного средства минимизировать риск, сопряженный с тепловым пробоем отдельного топливного элемента.

201. При таком подходе на изготовителей ложится обязанность применять – причем с обоснованием – средства защиты, призванные минимизировать или предотвратить тепловой пробой отдельного топливного элемента и тепловое рассеяние в ПЭАС. Как следствие, ожидается существенное улучшение характеристик безопасности поступающих на рынок электромобилей. Процедуры испытаний, рассмотренные и учтенные на этапе 1 разработки настоящих Правил (см. раздел C), могут быть взяты отдельными изготовителями за основу для целей соблюдения требований в отношении документации и позволят отрасли и Договаривающимся сторонам накопить практический опыт, который будет способствовать дальнейшей разработке стандартной процедуры испытания.

202. Таким образом, цель испытания на тепловое рассеяние, равно как и цель представления конструкторской документации состоит в том, чтобы проверить эффективность мер защиты ПЭАС от теплового рассеяния, когда в отдельном топливном элементе происходит тепловой пробой.

## 9. Безопасность ПЭАС после столкновения

203. В случае испытания транспортного средства на столкновение, проводимого с использованием ПЭАС, должны быть соблюдены требования настоящих ГТП, касающиеся утечки электролита (5.5.1.1), удержания ПЭАС (5.5.1.2) и по-

жарной опасности (5.5.1.3). Если же краш-тест не применим либо испытание не проводится по усмотрению изготовителя (например, при смене поставщика аккумуляторной батареи в период, пока модель серийно выпускается и эксплуатируется), то в качестве альтернативы указанным требованиям рассматриваются предусмотренные в пункте 5.5.2 настоящих ГТП требования, предъявляемые к испытанию на компонентах.

204. Данные критерии установлены исходя из того предположения, что после инцидента пользователь должен прекратить эксплуатацию транспортного средства, пока не будут проведены определенные ремонтные/профилактические работы. В этом случае надлежит принимать меры во избежание любого дополнительного риска для водителя и пассажиров, а также окружающих лиц, и его сведения до разумного уровня. В основу требований настоящих ГТП, касающихся утечки электролита (5.5.1.1) и удержания ПЭАС (5.5.1.2) положены существующие требования, предусмотренные правилами № 12, 94 и 95 ООН, а также поправками серии 02 к Правилам № 100 ООН. В течение 60 минут после удара не должно происходить никакой утечки электролита в пассажирский салон. Этот период соответствует времени, необходимому для эвакуации/извлечения водителя и пассажиров из пострадавшего транспортного средства.

*a) Механический удар (пункты 5.5.2.1.1 и 6.2.10 настоящих ГТП)*

205. Целью данного требования является проверка характеристик безопасности ПЭАС под воздействием инерционных нагрузок, которые могут возникнуть при ударе.

206. Существующие правила № 67 и 110 ООН уже предусматривают проверку инерционной нагрузки для резервуаров с СНГ и компримированным природным газом (КПГ) на уровне компонентов. Кроме того, те же требования к инерционным нагрузкам предусмотрены в новом Регламенте 79/2009 (ЕС) в отношении транспортных средств, работающих на водороде, и в стандарте Японии «Приложение 111» в отношении установки высоковольтных компонентов. Значения ускорения в вышеуказанных правилах определены и проверены для каждой категории транспортных средств. Значения инерционной нагрузки, основанные на существующих правилах, были приняты и в отношении испытаний ПЭАС на механический удар на уровне компонентов. Кроме того, были определены форма и длительность импульса с целью обеспечить воспроизводимость и эквивалентность испытаний. Форма и длительность получены на основе импульса ускорения, предусмотренного в Правилах № 17 ООН (прочность сидений).

*b) Механическая целостность (пункты 5.5.2.1.2 и 6.2.11 настоящих ГТП)*

207. Целью данного требования является проверка характеристик безопасности ПЭАС под воздействием контактных нагрузок, которые могут возникнуть при аварии транспортного средства.

208. В порядке обеспечения подхода, основанного на типовой процедуре испытания/сертификации компонента, было разработано обобщенное испытание целостности ПЭАС на базе отдельных компонентов.

209. Предлагаемые нагрузки были получены на основе контактных нагрузок ПЭАС, которые наблюдались при испытании транспортного средства на столкновение в соответствии с правилами № 12, 94 и 95 ООН с использованием имеющихся на рынке электромобилей и гибридных электрических транспортных средств. ПЭАС были установлены в различных монтажных положениях (см. рис. 23).

210. Контактные нагрузки на ПЭАС, которые наблюдались в ходе вышеуказанных испытаний и в случае моделирования, не превышали 100 кН (см. таблицу 4).

Рис. 23  
Расположение ПЭАС

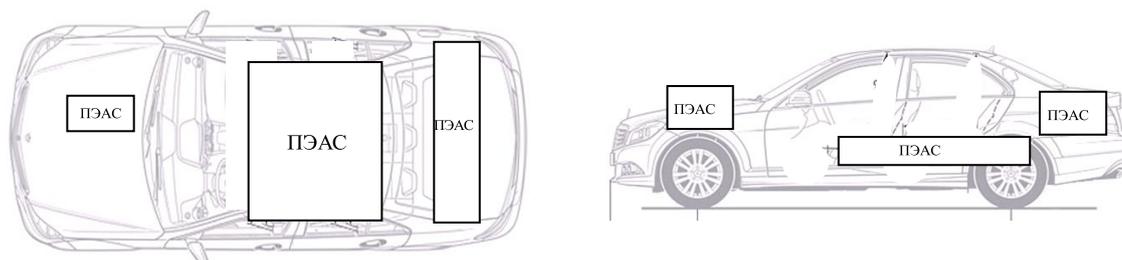


Таблица 4  
Максимальная контактная нагрузка

Транспортное средство	Положение ПЭАС	Максимальная контактная нагрузка
S 400 HYBRID	Спереди	100 кН
ML 450 HYBRID	На задней оси	
B-Class F-CELL	На задней оси	
A-Class E-CELL	На полу	
Smart ED	На полу	

211. Из рис. 23 видно, что ПЭАС в рассматриваемых транспортных средствах не установлена в крайних положениях в передней или задней части транспортного средства. Это подтверждается независимыми расследованиями (SAE 2011-01-0545 – Анализ транспортных средств, работающих на топливных элементах и оснащенных системами хранения водорода в сжатом состоянии, с точки зрения безопасности дорожного движения), которые показывают, что, по статистике, наибольшая деформация наблюдается именно в передней и, в меньшей степени, в задней оконечности транспортного средства (см. рис. 24). Поэтому если ПЭАС официально утверждена после обобщенной проверки на целостность (100 кН) в соответствии с пунктом 6.2.11 настоящих ГТП, то эти монтажные положения следует исключить.

Рис. 24  
Совокупная частотность и 5-й процентиль в случае автомобилей, зарегистрированных начиная с 2000 года

(SAE 2011-01-0545 – Анализ транспортных средств, работающих на топливных элементах и оснащенных системами хранения водорода в сжатом состоянии, с точки зрения безопасности дорожного движения)

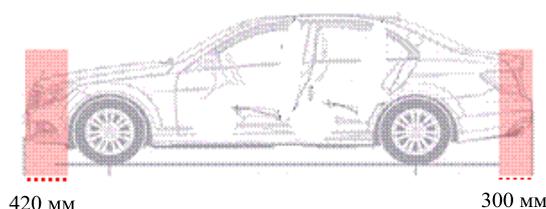


212. Размеры ограниченных монтажных зон для обобщенно официально утвержденной ПЭАС взяты из Приложения 111 японского стандарта (технический стандарт на защиту водителя и пассажиров электромобилей и гибридных

электрических транспортных средств от высокого напряжения после столкновения). Этим стандартом запрещается установка ПЭАС в пределах 420 мм в направлении от передней части транспортного средства назад и 300 мм в направлении от задней части транспортного средства вперед (см. рис. 25).

Рис. 25

**Запрещенные монтажные положения (выделены красным цветом) для ПЭАС, официально утвержденной независимо от транспортного средства**



213. Хотя испытание всего транспортного средства на столкновение является динамическим событием с очень короткой продолжительностью воздействия максимальной нагрузки на ПЭАС, все же в пункте 6.2.11 предлагается статическое испытание компонента для целей испытания ПЭАС независимо от транспортного средства. Хотя мы признаем, что приложение квазистатической нагрузки может обусловить более строгое испытание, все же высокий заранее установленный уровень силы легче обеспечить контролируемым образом путем проведения именно квазистатического испытания.

214. Исходя из этого, можно предположить, что в случае аварии транспортного средства ПЭАС, на которую воздействует максимальная наблюдаемая контактная нагрузка в направлении движения и по горизонтали, перпендикулярно этому направлению, не подвергается никакой опасности.

215. Поэтому в качестве статической нагрузки, которой будет подвергаться ПЭАС, предлагается принять нагрузку, равную 100 кН, с максимальным пятипроцентным увеличением до верхнего предела, равного 105 кН. Продолжительность действия максимальной силы должна составлять не менее 100 мс – согласованная продолжительность ударного импульса во время испытаний транспортного средства на столкновение, – но не должна превышать 10 с с целью избежать ненужной строгости испытания. По той же причине время до достижения максимальной контактной нагрузки не должно превышать 3 минут. Чтобы разрешить изготовителю большую гибкость и поскольку это делает условия более строгими, по просьбе изготовителя допускаются большая сила, более длительное время до достижения максимальной нагрузки и более длительная продолжительность действия. Для применения контактной нагрузки используется дробильная плита, предусмотренная стандартом SAE J2464.

216. В порядке обеспечения изготовителю ПЭАС возможности и условий для сертификации ПЭАС на уровне компонента, а также с учетом того, что во многих случаях контактная нагрузка ПЭАС во время аварии транспортного средства может быть ниже требуемой нагрузки в 100 кН, как в вышеупомянутом наихудшем сценарии, изготовителю разрешается проводить испытание на целостность при контактной нагрузке менее 100 кН.

217. Однако в этом случае изготовитель транспортного средства, устанавливающий ПЭАС в транспортном средстве, должен представить доказательства того, что в рассматриваемом случае испытания данного транспортного средства контактная нагрузка на ПЭАС в момент аварии не превысит разрушающую силу, применяемую для целей сертификационного испытания ПЭАС.

с) *Обоснование метода обнаружения утечки*

218. Предполагается, что после тех или иных явлений (например, вибрация, тепловой удар и т.д.) пользователь транспортного средства способен продолжать эксплуатацию транспортного средства. «Утечка электролита» может быть признаком внутреннего повреждения. В этом случае применяется жесткое требование, которое формулируется следующим образом: «утечка должна быть устранена». Неофициальная рабочая группа предлагает использовать для обнаружения утечки визуальный осмотр (аналогично предусмотренному в Правилах № 100 ООН с поправками серии 02).

219. Предполагается, что в случае явлений, имеющих место после столкновения, пользователь прекращает эксплуатацию транспортного средства, пока не будут проведены определенные ремонтные/профилактические работы. В этом случае – во избежание дополнительного риска для водителя и пассажиров, а также окружающих лиц – применяется требование в отношении действий при аварийной ситуации. Главная задача состоит в том, чтобы избежать контакта людей с корродирующим/токсичным электролитом, а не устранить внутреннее повреждение ПЭАС. Именно поэтому большинством международных норм (например, FMVSS 305, правилами № 12, 94 и 95 ООН) установлена предельная величина для утечки электролита.

220. Если говорить о «ПЭАС с водным электролитом», то основная проблема заключается в коррозионной природе электролита, поэтому после столкновения следует избегать какого-либо контакта людей (как пассажиров, так и лиц, находящихся поблизости от места аварии) с электролитом. Поскольку количество разлитого электролита, как ожидается, будет значительным, неофициальная рабочая группа сочла, что предусматриваемая в FMVSS 305 методика измерения является наиболее приемлемой для замеров количества вытекшего водного электролита.

221. Предполагается, что в случае «ПЭАС с безводным электролитом» величина утечки будет меньше по сравнению с «ПЭАС с водным электролитом». Это количество, особенно если оно небольшое, иногда с трудом поддается замеру с помощью существующих методов (EVSTF-04-13e). «Безводные электролиты» являются потенциально токсичными, раздражающими или вредными, не говоря о том, что они относятся к легковоспламеняющимся субстанциям. Согласно требованиям настоящих ГТП, не должно происходить никакой видимой утечки за пределы транспортного средства. Это должно обеспечить отсутствие контакта людей, находящихся поблизости от места столкновения, с электролитом. Кроме того, – во избежание контакта с водителем или пассажирами транспортного средства – не должно быть никакой утечки внутри пассажирского салона. Соблюдение данного требования проверяется путем визуального осмотра, причем указанный метод согласуется с действующими нормами (например, правилами № 12, 94 и 95 ООН, FMVSS 305).

222. Утечка электролита может произойти в результате механического повреждения ПЭАС, например при столкновении транспортного средства. Утечка электролита способна привести к потенциально опасной ситуации, которая, в свою очередь, чревата причинением вреда в случае контакта человека с электролитом и/или продуктами его разложения. Риск нанесения вреда человеку будет меньше, если принять требование, которое касается утечки электролита при испытаниях на безопасность ПЭАС после столкновения и предписывает наблюдение в течение 60 минут.

223. Длительность наблюдения за утечкой электролита при испытании транспортного средства на столкновение составляет 60 минут, что соответствует времени, необходимому для эвакуации/извлечения водителя и пассажиров из пострадавшего транспортного средства. Как показывают статистические данные, в том числе за последние годы, среднее время с момента столкновения до момента эвакуации водителя и пассажиров пострадавшего транспортного средства с места происшествия, т.е. продолжительность потенциального воз-

действия вытекшего электролита, зачастую приближается именно к 60 минутам<sup>21, 22, 23, 24</sup>. Кроме того, данные свидетельствуют о том, что время, необходимое для прибытия спасателей на место и эвакуации одного человека из транспортного средства, составляет в среднем 20 минут и превышает 30 минут, если необходимо эвакуировать двух или более лиц.

224. В будущем – по мере внедрения и при условии эффективного функционирования бортовых коммуникационных систем (например, в ЕС требования применительно к так называемым «системам e-call» планируется ввести с 2018 года)<sup>25</sup> – рекомендации относительно длительности наблюдения можно будет пересмотреть. В таком случае можно будет сократить и требуемое время наблюдения в ходе испытания на транспортном средстве при условии, что последнее оборудовано бортовой коммуникационной системой, а вспомогательная инфраструктура, поддерживающая эффективную коммуникацию, функционирует на всей территории соответствующей Договаривающейся стороны Соглашения 1998 года.

225. Длительность наблюдения за утечкой электролита при предусмотренных настоящими ГТП испытаниях ПЭАС на механическую целостность (5.5.2.1.2) и механический удар (5.5.2.1.1) составляет 60 минут.

226. На сегодняшний день срабатывание не утверждено в качестве требования при испытаниях, касающихся безопасности ПЭАС после столкновения. Оценка потенциальных рисков безопасности в данном случае требует проведения дополнительных исследований, которые позволили бы установить, насколько необходимы ограничения по выбросам, для каких веществ и какой метод можно использовать для измерения таких выбросов. Проведение соответствующих исследований и анализов на этапе 1 не представлялось возможным. Поэтому данные аспекты будут охвачены на этапе 2 разработки настоящих ГТП.

227. В ходе обсуждений в рамках неофициальной рабочей группы, проходивших с опорой на аналитические обзоры и данные, представленные СИЦ, рассматривался вопрос о потенциальной опасности, обусловленной выделением и испарением безводного электролита и потенциальном образовании токсичной атмосферы (EVSTF-04-13e, EVS-07-24e)<sup>26</sup>. Данный аспект затрагивается в различных стандартах (UL 2580, SAE J2464, SAE J2289, SAE J2990, ISO 6469), в некоторых из которых даже изложены рекомендации относительно газоаналитических методов обнаружения, однако в настоящий момент нет четкой процедуры измерений, которая подходила бы для всех сценариев развития событий (на уровне компонента/транспортного средства, в условиях эксплуатации/после столкновения). Даже с учетом огромного количества электрических и гибридных транспортных средств, уже передвигающихся по дорогам Азии, Европы и Сереной Америки, на сегодняшний день не зарегистрировано случаев испарения, особенно в условиях эксплуатации. Тем не менее нужны дополнительные эксплуатационные или научные данные, чтобы определить аналитический метод, подходящий для обнаружения испаряемых частиц вытекающего электроли-

<sup>21</sup> Y. Sukegawa, M. Sekino, «Analysis of rescue operations of injured vehicle occupants by fire fighters», paper#11-0101, presented at the 22nd Enhanced Safety of Vehicles Conference (ESV-22), Washington DC, June 2011. [www.nrd.nhtsa.dot.gov/departments/esv/22nd/](http://www.nrd.nhtsa.dot.gov/departments/esv/22nd/).

<sup>22</sup> H. Johannsen, G. Muller, C. Pastor, R-D. Erbe, H-G. Schlosser, «Influence of new car body design on emergency rescue», paper presented at the 4th International Conference on ESAR «Expert Symposium on Accident Research», Hannover, September 2010; <http://bast.opus.hbz-nrw.de/volltexte/2012/556/>.

<sup>23</sup> L.E. Shields, «Emergency Response Time in Motor Vehicle Crashes: Literature and Resource Search», report prepared for Motor Vehicle Fire Research Institute, January 2004. [http://www.mvfri.org/Contracts/Final%20Reports/Shields\\_Report-01.pdf](http://www.mvfri.org/Contracts/Final%20Reports/Shields_Report-01.pdf).

<sup>24</sup> <http://www.imobilitysupport.eu/library/ecall/ecall-implementation-platform/ecip-meetings/2009-4/01-oct-2009/1236-ecip-adac-accident-research-01-oct-2009/file>.

<sup>25</sup> <https://ec.europa.eu/digital-agenda/en/ecall-time-saved-lives-saved>.

<sup>26</sup> N.P. Lebedeva, L. Boon-Brett, «Considerations on the chemical toxicity of contemporary Li-ion battery electrolytes and their components», J Electrochem Soc, 2016, 163, A821-A830.

та. Исходя из результатов такого исследования, в будущем, возможно, потребуются внести изменения в требования и методы, касающиеся утечки и испарения безводного электролита.

#### 10. Обоснование требований к транспортным средствам большой грузоподъемности

228. В случае большегрузных транспортных средств довольно распространены являются ПЭАС, представляющие собой аккумуляторную сборку. Здесь допустимо проведение испытания на проверку соответствия требованиям с использованием всего комплекта батарей при условии, что такой комплект представляет собой единый модуль и снабжен функцией управления аккумуляторной батареей (СУАБ).

229. В рамках настоящих Правил требованиями, предъявляемыми к безопасности большегрузных транспортных средств, охватываются следующие аспекты: общая электробезопасность транспортного средства, функциональная безопасность отдельного транспортного средства, безопасность ПЭАС в условиях эксплуатации и инерционная нагрузка на ПЭАС.

230. Испытания и требования, касающиеся большегрузных транспортных средств, по большей части аналогичны тем, которые предусмотрены для пассажирских транспортных средств. В нижеследующих пунктах рассмотрены изменения и/или отступления, обусловленные и продиктованные способом применения транспортных средств большой грузоподъемности.

##### a) Электробезопасность транспортного средства

231. В случае как транспортных средств малой грузоподъемности, так и большегрузных транспортных средств основные принципы защиты от электрического удара и техническое обоснование соответствующих требований являются идентичными (см. пункты 41–53 выше).

232. Риск прямого контакта зависит от места расположения зарядного интерфейса на транспортном средстве. Требования в отношении прямого контакта не распространяются на зарядные интерфейсы, расположенные вне пределов досягаемости, в случае всех транспортных средств большой грузоподъемности. Для расчета надлежащих расстояний для транспортных средств категории 1-2, в которых зарядные интерфейсы устанавливаются на крыше для защиты водителя и пассажиров транспортных средств, используются антропометрические данные<sup>27, 28</sup>. Вопрос о расчете расстояния «растягивания с перегибом» для зарядных интерфейсов, устанавливаемых на крыше, транспортных средств категории 2 будет рассмотрен на этапе 2 разработки ГТП, ибо они функционируют с учетом различных принципов и соответствующая технология является менее зрелой. До настоящего времени транспортные средства категории 2, управляемые профессиональными водителями, не учитываются. Условия расположения вне пределов досягаемости для частей, находящихся под напряжением под корпусом всех транспортных средств большой грузоподъемности, будут проанализированы на этапе 2 разработки ГТП.

233. Из-за нехватки времени вопрос о защите от перегрузки по току применительно к транспортным средствам большой грузоподъемности будет рассмотрен на этапе 2 разработки ГТП. Нынешнее предложение об испытании основано на использовании транспортного средства и было сочтено неприемлемым в случае транспортных средств большой грузоподъемности, ибо непонятно, каким образом его применять к транспортным средствам, характеризующимся различными зарядными технологиями. На этапе 2 необходима более обстоятельная дискуссия по различным зарядным технологиям.

<sup>27</sup> Pheasant, S. (1996) *Bodyspace – Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work*, London: Taylor & Francis.

<sup>28</sup> Gordon, C.C. et al. (1989) *Antropometric Survey of U.S. Army Personnel: Interim Report*. United States Army Natick Research, Development and Engineering Center, Natick, Massachusetts. <http://www.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a209600.pdf>.

*b) Функциональная безопасность отдельного транспортного средства*

234. Требование об исключении возможности приведения в движение во время зарядки применяется к транспортным средствам только при зарядке от стационарного специализированного пункта подзарядки при помощи жгута проводов максимальной длины, подсоединяемого к соединительному разъему на транспортном средстве, снабженному штекером и входным соединительным устройством. Применительно к разработке транспортных средств большой грузоподъемности наметилась общая тенденция к сведению участия человека в процессе зарядки к минимуму, что предполагает иные технологические решения помимо штекерных разъемов. Это является необходимым условием эффективной зарядки при благоприятной возможности – метода, позволяющего увеличить дальность пробега большегрузных транспортных средств без ущерба для столь важного параметра, как грузоподъемность автомобиля, и без дополнительных затрат на повышение электроемкости ПЭАС. Примерами соответствующих технологий являются, среди прочего, пантографные токоприемники на крыше, а также подзарядка при движении по так называемым электрифицированным дорогам, в случае которых электроэнергия периодически подается на транспортное средство через воздушные кабели либо встроенные в дорожное полотно контактные полозы.

*c) Безопасность ПЭАС в условиях эксплуатации*

235. Виды вибрации, которой подвергаются большегрузные транспортные средства, значительно различаются в зависимости от способа применения. Поэтому для таких транспортных средств, скорее всего, целесообразно предусмотреть возможность проведения испытаний на проверку соответствия требованиям с учетом режима вибрации, присущего конкретному способу применения. Как правило, вибрация, которой подвергаются большегрузные транспортные средства, по своей силе не идет в сравнение с вибрацией на пассажирских транспортных средствах.

236. В случае ПЭАС, представляющих собой аккумуляторную сборку, более уместным, практичным и затратоэффективным методом проведения испытаний (в том числе из-за ограниченных возможностей проводящих испытание служб в плане оборудования) зачастую является испытание на уровне подсистемы с использованием комплекта батарей.

*d) Влияние инерционной нагрузки на безопасность ПЭАС*

237. Для большегрузных транспортных средств не предусмотрено краш-тестов, аналогичных оговоренным, например, в правилах № 94 и 95. Поэтому требования в отношении механической целостности не включены, и проверяют только значения инерционной нагрузки при испытании на механический удар. Уровни инерционной нагрузки были скорректированы таким образом, чтобы они были репрезентативными для грузовиков и автобусов, имеющих ПМТС от 3 500 до 12 000 кг и ПМТС свыше 12 000 кг соответственно.

## **F. Рекомендации**

### **1. Темы для рассмотрения на следующем этапе разработки ГТП, касающихся безопасности электромобилей**

238. Поскольку разработка электромобилей, как ожидается, будет продолжаться, вполне возможно, что опыт достаточно продолжительной практической эксплуатации в дорожных условиях и проводимые технические оценки потребуют внесения в эти требования соответствующих коррективов.

239. Кроме того, требуется проведение дополнительного обсуждения по ряду выявленных неофициальной рабочей группой важнейших аспектов, применительно к которым все еще продолжаются исследования и прорабатываются либо нуждаются в проверке по линии Договаривающихся сторон соответствующие методики.

240. Ожидается, что в число основных тем для рассмотрения на этапе 2 войдут следующие:

- a) испытание погружением в воду;
- b) долгосрочное испытание на огнестойкость;
- c) проверка направления вращения ПЭАС;
- d) режим вибрации ПЭАС;
- e) воспламеняемость, токсичность и агрессивность стравливаемого газа (например, определение количественного показателя стравливания для испытаний на безопасность ПЭАС после столкновения; потенциальный риск «токсичных газов» от безводного электролита);
- f) тепловое рассеяние в системе аккумулятора и методы его инициирования;
- g) оценка безопасности ПЭАС после столкновения и процедуры стабилизации;
- h) легкие автомобили (например, категории L<sub>6</sub> и L<sub>7</sub><sup>29</sup>);
- i) защита в процессе зарядки/запитки от источника переменного/постоянного тока.

## 2. Электроавтомобили, работающие на топливных элементах

241. Ныне действующими ГТП № 13 (Глобальные технические правила, касающиеся транспортных средств, работающих на водороде и топливных элементах) также предусматриваются требования, предъявляемые к электробезопасности. Неофициальная рабочая группа обстоятельно рассмотрела, обсудила и тщательно согласовала технические требования в отношении защиты от электрического удара, применимые к любым ныне существующим и потенциальным будущим электроприводам, в том числе электроприводам электроавтомобилей, работающих на топливных элементах. Во избежание каких-либо расхождений между двумя ГТП неофициальная рабочая группа рекомендует WP.29 пересмотреть ГТП № 13 и – со ссылкой на настоящие ГТП – исключить из них требования, предъявляемые к электробезопасности. Также рекомендуется, чтобы любая Договаривающаяся сторона, намеревающаяся ввести ГТП № 13 в свое национальное законодательство до принятия предлагаемой выше поправки, руководствовалась применительно к электробезопасности не предписаниями, содержащимися ныне в ГТП № 13, а техническими требованиями настоящих Правил.

## 3. Конфиденциальность информации

242. Как указано в разделе E выше, настоящими ГТП предусматриваются предъявляемые к изготовителю конкретные требования относительно представления технической документации, затрагивающей такие конкретные аспекты, как сигнализация состояния ПЭАС (пункты 5.3.2, 5.3.3, 7.2.2 и 7.2.3), термическая защита (пункты 5.4.10 и 7.3.10) и тепловое рассеяние (пункты 5.4.12 и 7.3.12). В порядке обеспечения достаточно подробного освещения требуемых аспектов такая документация должна включать конфиденциальную и запатентованную информацию изготовителя, разглашение которой являлось бы нарушением прав интеллектуальной собственности. Соответственно, Договаривающиеся стороны Соглашения 1998 года, применяющие настоящие Правила, должны принимать необходимые меры для защиты такой интеллектуальной собственности и обеспечивать – если изготовитель просит об этом – конфиденциальность представленной документации.

<sup>29</sup> В соответствии с определениями, содержащимися в Сводной резолюции о конструкции транспортных средств (CP.3), документ ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.4, пункт 2.

## **Г. Действующие правила, директивы и международные добровольные стандарты<sup>30</sup>**

243. Международные и национальные правила, рекомендации и директивы:

- Соединенные Штаты Америки: FMVSS 305 – Электроавтомобили: защита от утечки электролита и поражения электротоком;
- Правила № 12 ООН – Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя от удара о систему рулевого управления;
- Правила № 94 ООН – Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителей и пассажиров в случае лобового столкновения;
- Правила № 95 ООН – Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении защиты водителя и пассажиров в случае бокового столкновения;
- Правила № 100 ООН – Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении особых требований к электрическому приводу;
- Правила № 137 ООН – Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в случае лобового столкновения с уделением особого внимания удерживающей системе;
- Япония: Приложение № 101 – Технический стандарт на защиту водителя и пассажиров от поражения током высокого напряжения в транспортных средствах, работающих на топливных элементах;
- Япония: Приложение № 110 – Технический стандарт на защиту водителя и пассажиров от поражения током высокого напряжения в электроавтомобилях и гибридных электрических транспортных средствах;
- Япония: Приложение № 111 – Технический стандарт на защиту водителя и пассажиров от поражения током высокого напряжения при столкновении в электроавтомобилях и гибридных электрических транспортных средствах;
- Япония: Циркуляр о процедурах испытаний для измерения топливной эффективности и выбросов гибридных большегрузных транспортных средств с помощью аппаратно-программной моделирующей системы (Н19.3.16, КОКУ-JI-KAN № 281);
- Китай: GB/T 31484:2015 – Требования к сроку службы тяговой батареи электроавтомобиля и методы проведения ее испытаний;
- Китай: GB/T 31485:2015 – Требования, предъявляемые к безопасности тяговой батареи электроавтомобиля, и методы проведения ее испытаний;
- Китай: GB/T 31486:2015 – Требования к электрическим характеристикам тяговой батареи электроавтомобиля и методы проведения ее испытаний;
- Китай: GB/T 31467.3:2015 – Модули и системы тяговых литий-ионных батарей электроавтомобилей – часть 3: требования безопасности и методы испытаний;
- Китай: GB/T 18384.1:2015 – Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 1: перезаряжаемые энергоаккумулирующие системы (ПЭАС) бортовые;

<sup>30</sup> По состоянию на 6 декабря 2016 года.

- Китай: GB/T 18384.2:2015 – Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 2: средства функциональной безопасности и защиты от повреждений;
- Китай: GB/T 18384.3:2015 – Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 3: защита людей от поражения электротоком;
- Китай: GB/T 31498:2015 – Требования безопасности к электромобилям после аварии;
- Китай: GB/T 24549:2009 – Электромобили, работающие на топливных элементах – Требования безопасности;
- Канада: CMVSS 305 – Транспортные средства, работающие на электрическом приводе: защита от утечки электролита и поражения электротоком;
- Республика Корея: Стандарт на безопасность автотранспортных средств, статья 18-2 – высоковольтная система, процедура проведения испытания: таблица 1 – часть 47. Испытание на безопасность высоковольтной системы;
- Республика Корея: Стандарт на безопасность автотранспортных средств, статья 18-3 – перезаряжаемые энергоаккумулирующие системы (ПЭАС), процедура проведения испытания: таблица 1 – часть 48. Испытание на безопасность ПЭАС;
- Республика Корея: Стандарт на безопасность автотранспортных средств, статья 91-4 – высоковольтная система при столкновении, процедура проведения испытания: таблица 1 – часть 47. Испытание на безопасность высоковольтной системы;
- Рекомендации по перевозке опасных грузов – Руководство по испытаниям и критериям, пункт 38.3 (БАТАРЕИ ЛИТИЙ-МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ И ЛИТИЙ-ИОННЫЕ).

244. Перечень соответствующих стандартов, касающихся безопасности электромобилей:

- ISO 6469-1:2009: Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 1: системы хранения энергии аккумуляторные бортовые (примечание: в настоящее время этот стандарт пересматривается на предмет включения в него требований стандарта ISO 12405-3 для применения ко всем типам ПЭАС);
- ISO 6469-2:2009: Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 2: средства функциональной безопасности и защиты от повреждений;
- ISO 6469-3:2011: Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 3: защита людей от поражения электротоком;
- ISO 6469-4:2015: Транспорт дорожный на электрической тяге – Требования безопасности – часть 4: послеварийная электробезопасность;
- ISO 17409:2015: Транспорт дорожный на электрической тяге – Подсоединение к внешнему источнику электропитания – Требования в отношении безопасности;
- ISO/TR 8713: 2012: Транспорт дорожный на электрической тяге – Терминология;
- ISO/IEC 15118-1:2013: Дорожные транспортные средства – Интерфейс связи транспортного средства и электросети – часть 1: общая информация и определения случаев использования;

- ISO/IEC 15118-2:2014: Дорожные транспортные средства – Интерфейс связи транспортного средства и электросети – часть 2: сеть связи и требования к протоколу прикладной программы;
- ISO/IEC 15118-3:2015: Дорожные транспортные средства – Интерфейс связи транспортного средства и электросети – часть 3: требования к физическому уровню и уровню канала передачи данных;
- ISO/IEC 15118-4 (проект): Дорожные транспортные средства – Интерфейс связи транспортного средства и электросети – часть 4: проверка сети связи и протокола прикладной программы на совместимость;
- ISO/IEC 15118-5 (проект): Дорожные транспортные средства – Интерфейс связи транспортного средства и электросети – часть 5: проверка физического уровня и уровня канала передачи данных на совместимость;
- ISO серии 26262:2011: Дорожные транспортные средства – Функциональная безопасность;
- ISO 6722-1:2011: Дорожные транспортные средства – Кабели с одной жилой на 60 В и 600 В – часть 1: размеры, методы испытаний и требования к кабелям с медным проводником;
- ISO 6722-2:2013: Дорожные транспортные средства – Кабели с одной жилой на 60 В и 600 В – часть 2: размеры, методы испытаний и требования к кабелям с алюминиевым проводником;
- ISO 12405-1:2011: Транспорт дорожный на электрической тяге – Технические условия испытания модулей и систем тяговых литий-ионных батарей – часть 1: высокоомощные устройства (примечание: этот стандарт подлежит изъятию и будет заменен стандартом ISO 12405-4);
- ISO 12405-2:2012: Транспорт дорожный на электрической тяге – Технические условия испытания модулей и систем тяговых литий-ионных батарей – часть 2: устройства высокого напряжения (примечание: этот стандарт подлежит изъятию и будет заменен стандартом ISO 12405-4);
- ISO 12405-3:2014: Транспорт дорожный на электрической тяге – Технические условия испытания модулей и систем тяговых литий-ионных батарей – часть 3: требования к безопасному функционированию (примечание: этот стандарт подлежит изъятию и целиком войдет в стандарт ISO 6469-1);
- ISO 12405-4 (проект): Транспорт дорожный на электрической тяге – Технические условия испытания модулей и систем тяговых литий-ионных батарей – часть 4: испытание на эффективность (примечание: в этот стандарт целиком войдут стандарты ISO12405-1 и ISO12405-2);
- IEC 61851-1:2017: Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 1: общие требования;
- IEC 61851-21:2001: Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 21: требования к кондуктивным соединениям электромобилей с питанием переменным/постоянным током (примечание: в настоящее время этот стандарт пересматривается и будет заменен стандартами ЭМС (IEC 61851-21-1 и IEC 61851-21-2); соответствующие требования, предъявляемые к электробезопасности, переносятся в стандарт ISO 17409);
- IEC 61851-21-1 (проект): Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 21-1: требования в отношении ЭМС бортового зарядного устройства ЭМ при кондуктивном соединении с питанием переменным/постоянным током;
- IEC 61851-21-2 (проект): Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 21-2: требования в отношении ЭМС небортовых систем зарядки электромобилей;

- IEC 61851-23:2014: Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 23: станция зарядки постоянным током для электромобилей;
- IEC 61851-24:2014: Система токопроводящей зарядки электромобилей – часть 24: цифровая связь между станцией зарядки постоянным током и электромобилем для контроля процесса зарядки постоянным током;
- IEC 62196-1:2014: Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств – Кондуктивная зарядка электромобилей – часть 1: общие требования;
- IEC 62196-2:2011: Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств – Кондуктивная зарядка электромобилей – часть 2: требования к совместимости размеров и взаимозаменяемости вспомогательного оборудования переменного тока со штырями и контактными гнездами;
- IEC 62196-3:2014: Вилки, штепсельные розетки, соединители и вводы для транспортных средств – Кондуктивная зарядка электромобилей – часть 3: требования к совместимости размеров и взаимозаменяемости соединительных устройств постоянного тока и переменного/постоянного тока со штырями и контактными гнездами;
- IEC 62660-2:2010: Перезаряжаемые аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств – часть 2: испытания на надежность и эксплуатацию с нарушением режимов;
- IEC 62660-3:2016: Перезаряжаемые аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств – часть 3: требования к безопасности батарей и модулей;
- IEC 62752:2016: Блоки зарядные с интегрированной в кабель системой IC-CPD для режима 2 зарядки электромобилей;
- SAE J1766:2014: Рекомендованная практика испытания систем батарей электромобилей и гибридных электрических транспортных средств на целостность при ударе;
- SAE J1772:2016: Зарядный разъем для электромобилей и гибридных автомобилей с подзарядкой от электросети;
- SAE J2578:2014: Рекомендованная практика обеспечения общей безопасности транспортных средств, работающих на топливных элементах;
- SAE J2929:2013: Стандарт на безопасность системы аккумуляторов электромобилей и гибридных транспортных средств – литиевые подзаряжаемые элементы;
- SAE J2464:2009: Перезаряжаемая энергоаккумулирующая система (ПЭАС) на электромобилях и гибридных транспортных средствах – испытания на безопасность и неправильную эксплуатацию;
- SAE J2344:2010: Руководство по безопасности электромобилей;
- SAE J2380:2009: Испытание батарей электромобилей на виброустойчивость;
- UL 2580:2013: Батареи, предназначенные для использования в электромобилях.

## Н. Выгоды и затраты

245. На этапе 1 в ГТП не делается попытки оценить соответствующие затраты и выгоды в количественном выражении. Хотя целью разработки ГТП является стимулирование увеличения рыночной доли ЭМ, все же темпы и масштабы их проникновения на рынок в настоящее время незначительны и могут существен-

но варьироваться в различных Договаривающихся сторонах и от года к году. Поэтому проведение количественного анализа затрат–выгод не представляется целесообразным.

246. Как ожидается, увеличение рыночной доли ЭМ будет сопряжено с определенными расходами. Например, строительство инфраструктуры, необходимой для превращения ЭМ в жизнеспособную альтернативу обычным транспортным средствам, повлечет за собой значительные инвестиционные затраты, которые – в зависимости от Договаривающейся стороны – лягут на частный или государственный сектор. Кроме того, исследования, связанные с разработкой нового поколения аккумуляторных батарей и соответствующих топливных элементов, и капиталовложения в их производство могут повлечь за собой существенные первоначальные затраты, объем которых в значительной мере опять же будет зависеть от масштабов государственной поддержки.

247. Тем не менее Договаривающиеся стороны полагают, что перспективные выгоды от разработки ГТП скорее всего значительно перевешивают издержки. Как предполагается, широкое применение ЭМ, подкрепленное созданием необходимой инфраструктуры для зарядки, появлением электромобилей, более доступных для широких слоев населения за счет снижения стоимости топливных батарей/элементов, а также увеличением запаса хода и долговечности ЭМ, приведет к сокращению на дорогах числа бензиновых и дизельных транспортных средств, что должно способствовать уменьшению глобального потребления ископаемых видов топлива. Наиболее примечательным является, возможно, то, что связанное с широким использованием ЭМ сокращение выбросов парниковых газов (CO<sub>2</sub>) и основных загрязняющих веществ (например, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> и взвешенных частиц), как ожидается, приведет со временем к существенным выгодам для общества в виде смягчения последствий изменения климата и снижения расходов, обусловленных воздействием транспорта на здоровье человека. Уменьшение же загрязненности в наиболее густонаселенных районах позволит свести к минимуму уровень воздействия на жителей вредных веществ. Кроме того, снижение спроса на ископаемые виды топлива, по всей вероятности, повлечет за собой выгоды в плане энергетической и национальной безопасности для тех стран, которые перейдут на широкомасштабное использование ЭМ. Ожидается также, что отработавшие аккумуляторные батареи ЭМ могут обрести вторую жизнь в качестве сетевых накопителей энергии и будут служить цели компенсации колебаний в подаче энергии, обусловленных неустойчивым характером энергоснабжения из возобновляемых источников.

248. Формирование нового рынка новаторских конструкторских решений и инновационных технологий, имеющих отношение к ЭМ, включая производство аккумуляторных батарей и топливных элементов, может дать существенные выгоды с точки зрения занятости. Кроме того, совсем необязательно, что сокращение рабочих мест, обусловленное снижением объемов производства обычных транспортных средств, сведет эти выгоды на нет.

## II. Текст Правил

### 1. Цель

В настоящих Правилах оговариваются связанные с обеспечением безопасности эксплуатационные характеристики электромобилей и их перезаряжаемых энергоаккумулирующих систем. Настоящие Правила призваны избежать травматизма, который может быть обусловлен наличием электрического привода.

### 2. Область применения

2.1 Настоящие Правила применяются к транспортным средствам категории 1 и категории 2, максимальная расчетная скорость которых превышает 25 км/ч и которые оснащены электрическим приводом с высоковольтной шиной, за исключением транспортных средств, имеющих постоянное соединение с сетью.

2.2 Настоящие Правила включают следующие два набора требований, которые Договаривающиеся стороны могут выбирать в зависимости от категории транспортных средств и их полной массы (ПМТС):

- a) в случае всех транспортных средств категории 1-1 и транспортных средств категорий 1-2 и 2, имеющих ПМТС не более 4 536 кг, применяют требования пунктов 5 и 6 согласно общим требованиям, указанным в пункте 4;
- b) в случае транспортных средств категорий 1-2 и 2, имеющих ПМТС свыше 3 500 кг<sup>1</sup>, применяют требования пунктов 7 и 8 согласно общим требованиям, указанным в пункте 4.

2.3 Договаривающиеся стороны могут исключать из области применения настоящих Правил следующие транспортные средства:

- a) транспортные средства с четырьмя или более колесами, порожняя масса которых не превышает 350 кг без учета массы тяговых батарей, максимальная расчетная скорость которых не превышает 45 км/ч и у которых – в случае гибридных электромобилей – рабочий объем цилиндров двигателя, если это двигатель внутреннего сгорания с искровым (принудительным) зажиганием, и номинальная максимальная мощность в режиме длительной нагрузки, если это электродвигатели, не превышают соответственно 50 см<sup>3</sup> и 4 кВт; либо – в случае аккумуляторных электромобилей – номинальная максимальная мощность которых в режиме длительной нагрузки не превышает 4 кВт; и
- b) транспортные средства с четырьмя или более колесами, не подпадающие под подпункт а) выше, порожняя масса которых не превышает 450 кг (или 650 кг для транспортных средств, предназначенных для перевозки грузов) без учета массы тяговых батарей, а номинальная максимальная мощность которых в режиме длительной нагрузки не превышает 15 кВт.

<sup>1</sup> В случае транспортных средств, имеющих ПМТС свыше 3 500 кг, но не более 4 536 кг, каждая Договаривающаяся сторона – в зависимости от используемых в национальном законодательстве систем классификации транспортных средств – может принять решение о применении положений либо подпункта а), либо подпункта б) пункта 2.2.

### 3. Определения

Для целей настоящих Правил применяются нижеследующие определения.

- 3.1 «*Режим, допускающий движение*» означает режим работы транспортного средства, при котором после нажатия на педаль акселератора (либо включения эквивалентного органа управления) или отключения тормозной системы электрический привод обеспечивает движение транспортного средства.
- 3.2 «*Водный электролит*» означает электролит на базе водного раствора определенных соединений (например, кислот, щелочей), который проводит ток вследствие диссоциации на ионы.
- 3.3 «*Автоматический разъединитель*» означает устройство, которое после включения кондуктивно отделяет источники электроэнергии от остальной высоковольтной цепи электрического привода.
- 3.4 «*Жгут разъема питания*» означает соединительную проводку, которую для целей испытания подсоединяют к ПЭАС через автоматический разъединитель со стороны цепи тяговой системы.
- 3.5 «*Элемент*» означает заключенное в оболочку электрохимическое устройство (с одним положительным и одним отрицательным электродом), между двумя клеммами которого создается разность потенциалов и которое используется в качестве перезаряжаемого энергоаккумулирующего устройства.
- 3.6 «*Подводящее соединение*» означает соединение, в котором используются соединители для подключения к внешнему источнику питания при зарядке перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС).
- 3.7 «*Соединитель*» означает устройство для механического подсоединения высоковольтного электрического кабеля к надлежащему сопрягающему компоненту, включая его корпус, и отсоединения от него.
- 3.8 «*Соединительная система для зарядки перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС)*» означает электрическую цепь, используемую для зарядки ПЭАС от внешнего источника электропитания, включая входное соединительное устройство на транспортном средстве.
- 3.9 «*Скорость К*» при «*n К*» определяется как постоянный ток испытуемого устройства, который нужен для зарядки или разрядки испытуемого устройства за время, равное  $1/n$  часов, в пределах от 0% СЗ до 100% СЗ.
- 3.10 «*Прямой контакт*» означает контакт людей с частями под напряжением.
- 3.11 «*Система преобразования электроэнергии*» означает систему (например, топливный элемент), генерирующую и подающую электроэнергию для создания электрической тяги.
- 3.12 «*Электрический привод*» означает электрическую цепь, которая включает тяговый(е) электродвигатель(и) и может включать ПЭАС, систему преобразования электроэнергии, электронные преобразователи, соответствующие жгуты проводов и соединители, а также соединительную систему для зарядки ПЭАС.
- 3.13 «*Электрическая масса*» означает совокупность электрически связанных друг с другом токопроводящих частей, электропотенциал которых берется за основу.

- 3.14 «*Электрическая цепь*» означает совокупность находящихся под высоким напряжением и соединенных друг с другом частей, предназначенных для пропускания электрического тока в обычных условиях эксплуатации.
- 3.15 «*Электрозащитное ограждение*» означает часть, обеспечивающую защиту от любого прямого контакта с деталями, находящимися под высоким напряжением.
- 3.16 «*Утечка электролита*» означает высвобождение электролита из ПЭАС в виде жидкости.
- 3.17 «*Электронный преобразователь*» означает прибор, позволяющий обеспечивать контроль за электроэнергией и/или ее преобразование для создания электрической тяги.
- 3.18 «*Кожух*» означает элемент, закрывающий внутренние части и обеспечивающий защиту от любого прямого контакта.
- 3.19 «*Взрыв*» означает внезапное высвобождение энергии, достаточной, чтобы вызвать ударную волну и/или метательный эффект, что может привести к структурному и/или физическому повреждению вблизи испытываемого устройства.
- 3.20 «*Незащищенная токопроводящая часть*» означает токопроводящую часть, до которой можно дотронуться в условиях уровня защиты IPXXB и по которой обычно не пропускается ток, но которая оказывается под напряжением при нарушении изоляции. Она включает части под защитным покрытием, которое может быть удалено без использования инструментов.
- 3.21 «*Внешний источник электропитания*» означает источник переменного или постоянного тока, находящийся вне транспортного средства.
- 3.22 «*Огонь*» означает выброс пламени из испытываемого устройства. Искры и дуги не рассматриваются как пламя.
- 3.23 «*Легковоспламеняющийся электролит*» означает электролит, содержащий вещества, отнесенные к классу 3 «легковоспламеняющаяся жидкость» в издании «Рекомендации ООН по перевозке опасных грузов – Типовые правила» (семнадцатое пересмотренное издание от 17 июня 2011 года, том I, глава 2.3)».
- 3.24 «*Высоковольтный/высоковольтная*» означает характеристику электрического компонента или цепи, если эффективное значение его/ее рабочего напряжения  $>60$  В и  $\leq 1\ 500$  В для постоянного тока или  $>30$  В и  $\leq 1\ 000$  В для переменного тока.
- 3.25 «*Высоковольтная шина*» означает электрическую цепь, включая соединительную систему для зарядки ПЭАС, которая работает под высоким напряжением. Если электрические цепи, гальванически соединенные друг с другом, обеспечивают заданное состояние напряжения, то в качестве высоковольтной шины классифицируются только те компоненты или части электрической цепи, которые функционируют под высоким напряжением.
- 3.26 «*Непрямой контакт*» означает контакт людей с незащищенными токопроводящими частями.
- 3.27 «*Части под напряжением*» означает токопроводящую(ие) часть(и), предназначенную(ые) для работы под напряжением в обычных условиях эксплуатации.
- 3.28 «*Багажное отделение*» означает пространство в транспортном средстве, предназначенное для размещения багажа и ограниченное крышей, крышкой багажника, полом, боковыми стенками, а также

ограждениями и кожухами, служащими для защиты водителя и пассажиров от прямого контакта с находящимися под высоким напряжением частями, которое отделено от пассажирского салона передней перегородкой или задней перегородкой.

- 3.29 «*Изготовитель*» означает лицо или предприятие, отвечающее перед органом по официальному утверждению за все аспекты процесса официального утверждения и за обеспечение соответствия производства. Необязательно, чтобы это лицо или предприятие непосредственно участвовало во всех этапах создания транспортного средства или компонента, подлежащих официальному утверждению.
- 3.30 «*Безводный электролит*» означает электролит, где основой раствора не является вода.
- 3.31 «*Обычные условия эксплуатации*» означают рабочие режимы и условия эксплуатации, которые чаще всего используются/встречаются при штатной эксплуатации транспортного средства, включая движение с предписанной скоростью, парковку и стояние в дорожных заторах, а также зарядку с использованием зарядных устройств, которые совместимы с конкретными портами зарядки, установленными на транспортном средстве. К ним не относятся условия, когда транспортное средство повреждено (будь то в результате аварии, акта вандализма или дорожным мусором), подвергается воздействию огня или погружению в воду, либо находится в состоянии, когда требуется проведение или проводится техническое обслуживание.
- 3.32 «*Бортовая система контроля за сопротивлением изоляции*» означает устройство, контролирующее сопротивление изоляции между высоковольтными шинами и электрической массой.
- 3.33 «*Тяговая батарея открытого типа*» означает тип батареи, требующей доливки жидкости и выделяющей водород, выпускаемый в атмосферу.
- 3.34 «*Пассажирский салон*» означает пространство, предназначенное для водителя и пассажиров и ограниченное крышей, полом, боковыми стенками, дверями, оконными стеклами, передней перегородкой и задней перегородкой либо задней дверью, а также электрозщитными ограждениями и кожухами, служащими для защиты водителя и пассажиров от прямого контакта с находящимися под высоким напряжением частями.
- 3.35 «*Степень защиты IPXXB*» означает защиту от контакта с частями, находящимися под высоким напряжением, обеспечиваемую либо электрозщитным ограждением, либо кожухом и проверенную с использованием шарнирного испытательного штывря (IPXXB), описанного в пункте 6.1.3.
- 3.36 «*Степень защиты IPXXD*» означает защиту от контакта с частями, находящимися под высоким напряжением, обеспечиваемую либо электрозщитным ограждением, либо кожухом и проверенную с использованием испытательного провода (IPXXD), описанного в пункте 6.1.3.
- 3.37 «*Перезаряжаемая энергоаккумулирующая система (ПЭАС)*» означает перезаряжаемую энергоаккумулирующую систему, которая обеспечивает подачу электроэнергии для создания электрической тяги.

Аккумуляторная батарея, которая в основном используется в качестве источника питания для запуска двигателя и/или освещения и/или иных вспомогательных систем транспортного средства, не считается ПЭАС.

- ПЭАС может включать в себя необходимые вспомогательные системы для физической поддержки, регулирования температурного режима и электронного управления, а также корпус.
- 3.38 «Подсистема ПЭАС» означает любую сборку компонентов ПЭАС, служащую для хранения энергии. В состав отдельной подсистемы ПЭАС может входить вся система управления ПЭАС.
- 3.39 «Разрыв» означает отверстие(я) в корпусе любого функционального элемента в сборе, возникшее(ие) или увеличенное(ые) в результате какого-либо явления, достаточно большое(ие) для проникновения 12-миллиметрового испытательного штыря (IPXXB) и вступления в контакт с частями под напряжением (см. пункты 6.1.3, 6.1.6.2.4 и 8.1.3).
- 3.40 «Служебный разъединитель» означает устройство, служащее для размыкания электрической цепи при проведении проверок и обслуживания ПЭАС, блока топливных элементов и т.д.
- 3.41 «Твердая изоляция» означает изоляционное покрытие кабельных жгутов, закрывающее и защищающее части, находящиеся под высоким напряжением, от прямого контакта.
- 3.42 «Заданное состояние напряжения» означает состояние, при котором максимальное напряжение в гальванически соединенной электрической цепи между какой-либо частью под напряжением постоянного тока и любой другой частью под напряжением (постоянного или переменного тока) составляет  $\leq 30$  В переменного тока (эффективное значение) и  $\leq 60$  В постоянного тока.
- Примечание: Если какая-либо часть такой электрической цепи, находящаяся под напряжением постоянного тока, соединена с массой и обеспечивается заданное состояние напряжения, то максимальное напряжение между любой частью под напряжением и электрической массой составляет  $\leq 30$  В переменного тока (эффективное значение) и  $\leq 60$  В постоянного тока.
- 3.43 «Степень зарядки (C3)» означает имеющийся электрический заряд в испытуемом устройстве, выраженный в процентах от его номинальной мощности.
- 3.44 «Испытуемое устройство» означает либо ПЭАС в комплекте, либо подсистему ПЭАС, которая подвергается испытаниям, предусмотренным настоящими Правилами.
- 3.45 «Тепловое явление» означает состояние, когда температура внутри ПЭАС значительно превышает (как это определено изготовителем) максимальную рабочую температуру.
- 3.46 «Тепловой пробой» означает неконтролируемый скачок температуры топливного элемента, обусловленный происходящими внутри него экзотермическими реакциями.
- 3.47 «Тепловое рассеяние» означает последовательное нарастание температуры в системе аккумуляторных батарей, инициируемое тепловым пробоем какого-либо элемента этой системы.
- 3.48 «Соединительный разъем на транспортном средстве» означает приспособление, которое вставляется в соответствующее входное соединительное устройство для обеспечения подачи на транспортное средство электроэнергии от внешнего источника электропитания.
- 3.49 «Входное соединительное устройство на транспортном средстве» означает приспособление на транспортном средстве с внешней зарядкой, в которое вставляется соответствующий соединительный разъем и которое служит для передачи электрической энергии от внешнего источника электропитания.

- 3.50 «Стравливание» означает сброс избыточного внутреннего давления в элементе или батарее предусмотренным конструкцией способом во избежание их разрыва или взрыва.
- 3.51 «Рабочее напряжение» означает наиболее высокое эффективное значение напряжения электрической цепи, которое указано изготовителем и которое может быть зафиксировано между любыми токопроводящими частями при разомкнутой цепи либо в обычных условиях эксплуатации. Если электрическая цепь разделена гальванической изоляцией, то рабочее напряжение определяется соответственно для каждой изолированной цепи.

#### **4. Общие требования**

- 4.1 Транспортные средства, предусмотренные в подпункте а) пункта 2.2, должны отвечать требованиям пунктов 5.1 и 5.2 при проведении испытаний с соблюдением условий и процедур по пункту 6.1.
- 4.2 ПЭАС транспортных средств, предусмотренных в подпункте а) пункта 2.2, независимо от их номинального или рабочего напряжения, должны отвечать требованиям пунктов 5.4 и 5.5 при проведении испытаний с соблюдением условий и процедур по пункту 6.2. Установка ПЭАС на транспортном средстве должна отвечать требованиям пункта 5.3.
- 4.3 Транспортные средства, предусмотренные в подпункте б) пункта 2.2, должны отвечать требованиям пункта 7.1 при проведении испытаний с соблюдением условий и процедур по пункту 8.1.
- 4.4 ПЭАС транспортных средств, предусмотренных в подпункте б) пункта 2.2, независимо от их номинального или рабочего напряжения, должны отвечать требованиям пунктов 7.3 и 7.4 при проведении испытаний с соблюдением условий и процедур по пункту 8.2. Установка ПЭАС на транспортном средстве должна отвечать требованиям пункта 7.2.
- 4.5 Каждая Договаривающаяся сторона Соглашения 1998 года может сохранять свои существующие национальные испытания на столкновение (лобовое, боковое, заднее или с опрокидыванием) и для целей обеспечения соответствия руководствуется положениями пункта 5.2.

#### **5. Требования к эффективности**

- 5.1 Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – в условиях эксплуатации
- 5.1.1 Защита от электрического удара
- Настоящие требования в отношении электрической безопасности применяются к высоковольтным шинам в тех случаях, когда они не подключены к внешнему источнику электропитания.
- 5.1.1.1 Защита от прямого контакта
- Части, находящиеся под высоким напряжением, должны соответствовать положениям пунктов 5.1.1.1.1 и 5.1.1.1.2 в плане защиты от прямого контакта. Электрозщитные ограждения, кожухи, твердая изоляция и соединители должны исключать возможность их открытия, разборки или снятия без соответствующих инструментов.

Вместе с тем соединители (включая входное соединительное устройство на транспортном средстве) разрешается разъединять без соответствующих инструментов, если они удовлетворяют одному или более из нижеперечисленных требований:

- a) они соответствуют положениям пунктов 5.1.1.1.1 и 5.1.1.1.2 в случае разъединения, либо
- b) они снабжены запорным механизмом (для отделения соединителя от сопрягающего компонента требуется не менее двух различных манипуляций). Кроме того, для обеспечения возможности разъединения соединительного устройства другие компоненты, не являющиеся частью соединителя, должны сниматься только с использованием соответствующих инструментов, либо
- c) в течение 1 с после разъединения соединительного устройства эффективное значение напряжения частей под напряжением не превышает 60 В для постоянного тока или 30 В для переменного тока.

5.1.1.1.1 Применительно к частям под высоким напряжением, находящимся внутри пассажирского салона или багажного отделения, должна обеспечиваться степень защиты IPXXD.

5.1.1.1.2 Применительно к частям под высоким напряжением, находящимся вне пассажирского салона или багажного отделения, должна обеспечиваться степень защиты IPXXB.

5.1.1.1.3 Служебный разъединитель

Для высоковольтного служебного разъединителя, который можно открыть, разобрать или снять без соответствующих инструментов, в условиях, когда он открыт, разобран или снят без соответствующих инструментов, должна обеспечиваться степень защиты IPXXB.

5.1.1.1.4 Маркировка

5.1.1.1.4.1 В случае ПЭАС, обладающей высоковольтным потенциалом, на ПЭАС или рядом с ней наносят знак, приведенный на рис. 1. Фон знака должен быть желтым, кайма и стрелка должны быть черными.

Это требование также применяется к ПЭАС, являющейся элементом гальванически соединенной электрической цепи, в случае которой – независимо от максимального напряжения ПЭАС – не обеспечивается заданное состояние напряжения.

Рис. 1

**Маркировка высоковольтного оборудования**



5.1.1.1.4.2 Знак должен быть отчетливо нанесен на защитных кожухах и электрозщитных ограждениях, при снятии которых открывается доступ к находящимся под напряжением частям высоковольтных цепей. Это положение является факультативным для любого соединительного устройства высоковольтных шин. Данное положение не применяется в случае, когда электрозщитные ограждения или кожухи являются физически недоступными и не могут быть открыты

или сняты без снятия других компонентов транспортного средства при помощи соответствующих инструментов.

- 5.1.1.1.4.3 Кабели высоковольтных шин, находящиеся вне защитного кожуха, должны иметь отличительную внешнюю оболочку оранжевого цвета.

- 5.1.1.2 Защита от непрямого контакта

- 5.1.1.2.1 Для защиты от электрического удара вследствие непрямого контакта такие незащищенные токопроводящие части, как токопроводящие электрозащитные ограждения или кожухи, должны быть кондуктивно и надежно соединены с электрической массой посредством соединения с электрическим кабелем или кабелем заземления, сварного или болтового соединения и т.д. во избежание появления опасных потенциалов.

- 5.1.1.2.2 Сопротивление между всеми незащищенными токопроводящими частями и электрической массой при силе тока не менее 0,2 А должно быть ниже 0,1 Ом.

Сопротивление между любыми двумя одновременно достигаемыми незащищенными токопроводящими частями электрозащитных ограждений, разнесенными на расстояние меньше 2,5 м, не должно превышать 0,2 Ом. Это сопротивление можно рассчитать по отдельно измеренным значениям сопротивления соответствующих участков электрической цепи.

Настоящее требование считается соблюденным, если соединение выполнено методом сварки. При возникновении сомнений или в случае соединения, выполненного другим способом, помимо сварки, измерения проводят с использованием одной из процедур испытания, описанных в пункте 6.1.4.

- 5.1.1.2.3 В случае автотранспортных средств, подключаемых с помощью подводящего соединения к заземленному внешнему источнику электропитания, предусматривают устройство, обеспечивающее кондуктивное соединение электрической массы с «землей».

Это устройство должно обеспечивать соединение с «землей», прежде чем напряжение с внешнего источника электропитания будет подано на транспортное средство, и сохранять его до тех пор, пока подача напряжения на транспортное средство с внешнего источника электропитания не будет прекращена.

Соблюдение этого требования может быть продемонстрировано либо посредством использования соединительного устройства, указанного изготовителем транспортного средства, либо путем визуального осмотра или при помощи чертежей.

- 5.1.1.2.4 Сопротивление изоляции

Настоящий пункт не применяют к электрическим цепям, гальванически соединенным друг с другом, в случае которых элемент этих цепей, работающий от постоянного тока, соединен с электрической массой и обеспечивается заданное состояние напряжения.

- 5.1.1.2.4.1 Электрический привод, содержащий отдельные электрические шины постоянного и переменного тока

Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно изолированы друг от друга, то сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения для шин постоянного тока и минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения для шин переменного тока.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 6.1.1.

#### 5.1.1.2.4.2 Электрический привод, содержащий комбинированные электрические шины постоянного и переменного тока

Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно соединены друг с другом, то сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения.

Вместе с тем сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения, если все высоковольтные шины переменного тока защищены одним из двух указанных ниже способов:

- a) наличие по крайней мере двух либо более слоев твердой изоляции, электроразличительных ограждений или кожухов, которые удовлетворяют требованиям пункта 5.1.1.1 независимо друг от друга, например для жгута проводов; или
- b) наличие таких механически прочных защитных средств, обладающих достаточной износоустойчивостью на протяжении всего срока эксплуатации транспортного средства, как картер двигателя, контейнеры электронных преобразователей или соответствующие соединители.

Сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой может быть продемонстрировано посредством расчета, измерения или сочетания этих двух методов.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 6.1.1.

#### 5.1.1.2.4.3 Транспортные средства на топливных элементах

В транспортных средствах на топливных элементах высоковольтные шины постоянного тока снабжают бортовой системой контроля за сопротивлением изоляции с сигнальным устройством, предупреждающим водителя о падении уровня сопротивления изоляции ниже минимального предписанного значения, составляющего 100 Ом/В. Надлежащее функционирование бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции подтверждают в соответствии с пунктом 6.1.2.

Сопротивление изоляции между высоковольтной шиной соединительной системы для зарядки ПЭАС, которая находится под напряжением только в процессе зарядки ПЭАС, и электрической массой контролировать не требуется.

#### 5.1.1.2.4.4 Требование в отношении сопротивления изоляции соединительной системы для зарядки ПЭАС

В случае если входное соединительное устройство на транспортном средстве рассчитано на соединение с внешним источником электропитания переменного тока и электрической цепью, кондуктивно соединенной с входным соединительным устройством на транспортном средстве в ходе зарядки ПЭАС, сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно – при отсоединенном соединительном разъеме на транспортном средстве и измерении сопротивления изоляции на находящемся под высоким напряжением частях (контактах) входного соединительного устройства на транспортном средстве – соответствовать требованиям пункта 5.1.1.2.4.1. В ходе измерения ПЭАС может быть отключена.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 6.1.1.

- 5.1.1.3      Защита от воздействия влаги
- Смачивание транспортных средств водой (например, мойка автомобилей, пересечение участков со стоячей водой) не должно негативно сказываться на сопротивлении изоляции. Настоящий пункт не применяется к электрическим цепям, гальванически соединенным друг с другом, в случае которых элемент этих цепей, работающий от постоянного тока, соединен с электрической массой и обеспечивается заданное состояние напряжения.
- 5.1.1.3.1    Изготовитель транспортного средства может отдать предпочтение соблюдению требований, изложенных либо в пункте 5.1.1.3.2, либо в пункте 5.1.1.3.3.
- 5.1.1.3.2    Изготовители транспортных средств представляют регулируемому или проводящему испытания органу, в зависимости от конкретного случая, свидетельства и/или документацию относительно состояния безопасности электрооборудования или компонентов транспортного средства, находящихся за пределами пассажирского салона либо прикрепленных извне, после воздействия на них влаги, а также относительно того, соответствуют ли они требованиям, приведенным в приложении 2. Если же представленные свидетельства и/или документация не являются удовлетворительными, то регулирующий или проводящий испытания орган, в зависимости от конкретного случая, предписывает изготовителю провести физическое испытание соответствующего компонента на основе технических требований, аналогичных приведенным в приложении 2.
- 5.1.1.3.3    Если испытание проводят с соблюдением процедур, указанных в пункте 6.1.5, то непосредственно после каждого смачивания водой все еще влажное транспортное средство должно успешно пройти испытание на сопротивление изоляции по пункту 6.1.1 и должны быть соблюдены приведенные в пункте 5.1.1.2.4 требования в отношении сопротивления изоляции. Кроме того, после 24-часовой паузы повторно проводят указанное в пункте 6.1.1 испытание изоляции на сопротивление, причем должны быть соблюдены приведенные в пункте 5.1.1.2.4 требования в отношении сопротивления изоляции.
- 5.1.1.3.4    В качестве альтернативы требованиям, изложенным в пункте 5.1.1.3.1, Договаривающиеся стороны могут отдать предпочтение нижеследующему требованию.
- Если предусмотрена система контроля за сопротивлением изоляции, то в случае, когда значение сопротивления изоляции оказывается ниже предписанного согласно требованиям пункта 5.1.1.2.4, для водителя подается предупреждающий сигнал. Надлежащее функционирование бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции подтверждают в соответствии с предписаниями пункта 6.1.2.
- 5.1.2      Функциональная безопасность
- 5.1.2.1      Всякий раз, когда транспортное средство после запуска силовой установки вручную впервые переходит в «режим, допускающий движение», для водителя должен подаваться по крайней мере единовременный сигнал.
- Вместе с тем это положение не применяется в тех случаях, когда тяга для транспортного средства после запуска прямо или косвенно обеспечивается двигателем внутреннего сгорания.
- 5.1.2.2      Водитель, покидающий транспортное средство, должен четко оповещаться соответствующим сигналом (например, оптическим или

- звуковым), если транспортное средство все еще находится в режиме, допускающем движение.
- 5.1.2.3 Для водителя должно быть четко указано положение регулятора направления движения.
- 5.1.2.4 Если ПЭАС может заряжаться от внешнего источника, должна быть исключена возможность приведения транспортного средства в движение его собственной силовой установкой, пока соединительный разъем на транспортном средстве физически соединен с входным соединительным устройством на транспортном средстве.
- Соблюдение этого требования демонстрируют с использованием соединительного разъема на транспортном средстве, указанного изготовителем транспортного средства.
- 5.2 Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – после столкновения
- 5.2.1 Общий принцип
- Проверку выполнения требований пункта 5.2.2 осуществляют при помощи методов, изложенных в пункте 6.1.6.
- Соответствие этим требованиям может быть подтверждено с помощью отдельного испытания на столкновение (отличного от испытания на предмет оценки степени защиты водителя и пассажиров, проводимого на основании соответствующих правил, касающихся краш-тестов), причем только в том случае, если электрические компоненты не влияют на степень защиты лиц, находящихся в транспортном средстве.
- 5.2.2 Защита от электрического удара
- После испытания на столкновение должно быть обеспечено соответствие по меньшей мере одному из четырех критериев, указанных в пунктах 5.2.2.1–5.2.2.4.
- Если в транспортном средстве предусмотрены функция автоматического разъединения или устройство(а), которое(ые) кондуктивно разъединяет(ют) цепь электрического привода в условиях вождения, то к разомкнутой цепи или к каждой индивидуальной разомкнутой цепи после активации функции разъединения применяют по меньшей мере один из нижеследующих критериев.
- Вместе с тем критерии, определенные в пункте 5.2.2.4, не применяют, если не обеспечивается требуемая степень защиты IPXXB более чем одной части высоковольтной шины.
- В случае если испытание на столкновение проводят в условиях, когда часть(и) высоковольтной системы не работает(ют) под напряжением (за исключением любой соединительной системы для зарядки ПЭАС, которая не работает под напряжением в условиях вождения), защиту соответствующей(их) части(ей) от электрического удара обеспечивают согласно либо пункту 5.2.2.3, либо пункту 5.2.2.4.
- 5.2.2.1 Отсутствие высокого напряжения
- Значения напряжения  $V_b$ ,  $V_1$  и  $V_2$  высоковольтных шин должны составлять не более 30 В переменного тока (эффективное значение) или 60 В постоянного тока в течение 60 с после удара при измерении в соответствии с пунктом 6.1.6.2.2.
- 5.2.2.2 Низкопотенциальная электроэнергия
- Полная энергия (TE) в случае нереверсивного тока, подаваемого одиночными – прямоугольными или синусоидальными – импуль-

сами или разрядами конденсатора от компонентов высоковольтного электрооборудования, должна составлять менее 0,2 Дж при измерении и расчете в соответствии с формулой а), приведенной в пункте 6.1.6.2.3.

В качестве альтернативы полная энергия (TE) может быть рассчитана на основе измеренного напряжения  $V_b$  высоковольтной шины и указанного изготовителем емкостного сопротивления конденсаторов X ( $C_x$ ) в соответствии с формулой b), приведенной в пункте 6.1.6.2.3.

Запас энергии в конденсаторах Y ( $TE_{y1}$ ,  $TE_{y2}$ ) также должен составлять менее 0,2 Дж. Его рассчитывают на основе измеренного напряжения  $V_1$  и  $V_2$  высоковольтных шин и электрической массы, а также указанного изготовителем емкостного сопротивления конденсаторов Y в соответствии с формулой c), приведенной в пункте 6.1.6.2.3.

#### 5.2.2.3 Физическая защита

Для защиты от прямого контакта с частями, находящимися под высоким напряжением, обеспечивают степень защиты IPXXB.

Оценку проводят в соответствии с пунктом 6.1.6.2.4.

Кроме того, для защиты от электрического удара в результате непрямого контакта необходимо обеспечить, чтобы при силе тока не менее 0,2 А сопротивление между всеми незащищенными токопроводящими частями электроразличительных ограждений/кожухов и электрической массой было ниже 0,1 Ом, а сопротивление между любыми двумя одновременно достигаемыми незащищенными токопроводящими частями электроразличительных ограждений/кожухов, разнесенными на расстояние меньше 2,5 м, было менее 0,2 Ом.

Эти требования считаются соблюденными, если соединение выполнено методом сварки. При возникновении сомнения или в случае соединения, выполненного другим способом, помимо сварки, измерения проводят с использованием одной из процедур испытания, описанных в пункте 6.1.4.

Каждая Договаривающаяся сторона Соглашения 1998 года может дополнительно применять нижеследующее требование.

Значение напряжения между всеми незащищенными токопроводящими частями электроразличительных ограждений/кожухов и электрической массой и напряжение между любыми двумя одновременно достигаемыми незащищенными токопроводящими частями электроразличительных ограждений/кожухов, разнесенными на расстояние меньше 2,5 м, должно составлять не более 30 В переменного тока (эффektivное значение) или 60 В постоянного тока при измерении в соответствии с пунктом 6.1.6.2.4.1.

#### 5.2.2.4 Сопротивление изоляции

Должно быть обеспечено соблюдение критериев, указанных в пунктах 5.2.2.4.1 и 5.2.2.4.2 ниже.

Измерения проводят в соответствии с пунктом 6.1.6.2.5.

##### 5.2.2.4.1 Электрический привод, содержащий отдельные электрические шины постоянного и переменного тока

Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно изолированы друг от друга, то сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В ра-

- бочего напряжения для шин постоянного тока и минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения для шин переменного тока.
- 5.2.2.4.2 Электрический привод, содержащий комбинированные электрические шины постоянного и переменного тока
- Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно соединены друг с другом, то они должны отвечать одному из следующих требований:
- a) сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения;
  - b) сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения, а электрическая шина переменного тока отвечает требованиям в отношении физической защиты, оговоренной в пункте 5.2.2.3;
  - c) сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения, а электрическая шина переменного тока отвечает требованиям в отношении отсутствия высокого напряжения, оговоренного в пункте 5.2.2.1.
- 5.3 Требования в отношении установки перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС) на транспортном средстве и ее функциональности
- 5.3.1 Установка ПЭАС на транспортном средстве
- Применительно к установке ПЭАС на транспортном средстве должно обеспечиваться соблюдение требования либо пункта 5.3.1.1, либо пункта 5.3.1.2, равно как требования пункта 5.3.1.3.
- 5.3.1.1 ПЭАС должна отвечать соответствующим требованиям пунктов 5.4 и 5.5 с учетом условий ее установки на транспортных средствах конкретного типа.
- 5.3.1.2 ПЭАС, которая отвечает требованиям пунктов 5.4 и 5.5 вне зависимости от типа транспортных средств, устанавливаются на транспортном средстве в соответствии с указаниями изготовителя ПЭАС.
- 5.3.1.3 Компоненты ПЭАС должны быть надлежащим образом защищены частями шасси или кузова от соприкосновения с возможными препятствиями на грунте. Такая защита не требуется, если компоненты, находящиеся в нижней части транспортного средства, располагаются по отношению к грунту выше части шасси или кузова, расположенной перед ними.
- 5.3.2 Предупреждение об эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС
- В тех случаях, когда транспортное средство находится в режиме, допускающем движение, при эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС, на транспортном средстве должен подаваться предупреждающий сигнал для водителя. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:

- 5.3.2.1 схему системы, на которой указываются все органы управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. На схеме должны быть указаны те компоненты, которые используются для генерирования предупреждающего сигнала в случае эксплуатационного отказа органов управления транспортного средства, отвечающих за выполнение одной или нескольких основных функций;
- 5.3.2.2 письменное разъяснение с описанием основного назначения органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. Разъяснение должно сопровождаться четким указанием компонентов системы управления транспортного средства, описанием их функций и возможностей в плане задания режима работы ПЭАС, а также соответствующей логической диаграммой и описанием условий, при которых должна инициироваться подача предупреждающего сигнала.
- В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в зажатом состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.
- Этот контрольный сигнал должен включаться в порядке проверки работы лампочки либо в том случае, когда ключ запуска силовой установки установлен в положение «On» («Вкл.»), либо когда он установлен в положении между «On» («Вкл.») и «Start» («Пуск»), которое предусмотрено изготовителем в качестве контрольного положения. Данное требование не применяется к контрольным сигналам или текстовым сообщениям, установленным в общем пространстве/выводимым в общее пространство.
- 5.3.3 Предупреждение о тепловом явлении в ПЭАС
- В тех случаях, когда транспортное средство находится в режиме, допускающем движение, при любом тепловом явлении в ПЭАС (как оно определено изготовителем) на транспортном средстве должен подаваться предупреждающий сигнал для водителя. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:
- 5.3.3.1 перечень параметров (например, температура, скорость ее возрастания, степень зарядки (СЗ), падение напряжения, сила электрического тока и проч.) с указанием соответствующих пороговых уровней, свидетельствующих о тепловом явлении, при наличии которого инициируется подача предупреждающего сигнала;
- 5.3.3.2 схему системы и письменное разъяснение с указанием соответствующих датчиков и описанием функции органов управления транспортного средства в плане задания режима работы ПЭАС в случае теплового явления.
- В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в зажатом состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.
- Этот контрольный сигнал предупреждения должен включаться в порядке проверки работы лампочки либо в том случае, когда ключ запуска силовой установки установлен в положение «On» («Вкл.»),

либо когда он установлен в положении между «On» («Вкл.») и «Start» («Пуск»), которое предусмотрено изготовителем в качестве контрольного положения. Данное требование не применяется к оптическим сигналам или текстовым сообщениям, установленным в общем пространстве/выводимым в общее пространство.

#### 5.3.4 Предупреждение о низком запасе энергии в ПЭАС

В случае АЭМ (транспортных средств, в которых источником питания силовой установки является только ПЭАС) при уменьшении степени зарядки ПЭАС до определенного уровня водителю подается предупреждающий сигнал. Руководствуясь инженерной оценкой, изготовитель определяет тот минимально необходимый запас энергии ПЭАС, при котором впервые подается предупреждающий сигнал для водителя.

В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в заведенном состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.

#### 5.4 Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС в условиях эксплуатации

##### 5.4.1 Общий принцип

Проверку выполнения требований пунктов 5.4.2–5.4.12 осуществляют при помощи методов, изложенных в пункте 6.2.

##### 5.4.2 Вибрация

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.2.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), утечки электролита, стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

##### 5.4.3 Термический удар и циклическое изменение температуры

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.3.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

#### 5.4.4 Огнестойкость

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.4.

Это испытание требуется для ПЭАС, содержащей легковоспламеняющийся электролит.

Данное испытание не требуется, если ПЭАС, установленная в транспортном средстве, монтируется таким образом, что расстояние между самой низкой поверхностью корпуса ПЭАС и грунтом составляет более 1,5 м. По усмотрению изготовителя это испытание может быть проведено, если расстояние между нижней поверхностью корпуса ПЭАС и грунтом превышает 1,5 м. Испытание проводят на одном образце.

Во время испытания испытуемое устройство не должно обнаруживать никаких признаков взрыва.

#### 5.4.5 Защита от внешнего короткого замыкания

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.5.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Должно сработать устройство защиты ПЭАС от короткого замыкания, прерывающее ток короткого замыкания, или температура, измеренная на корпусе испытуемого устройства или ПЭАС, должна стабилизироваться таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за 2 часа после наложения закоротки.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

#### 5.4.6 Защита от избыточной зарядки

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.6.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

#### 5.4.7 Защита от чрезмерной разрядки

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.7.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

#### 5.4.8 Защита от перегрева

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.8.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

#### 5.4.9 Защита от перегрузки по току

Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.9.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Должно сработать устройство защиты ПЭАС от перегрузки по току, прерывающее зарядку, или температура, измеренная на корпусе ПЭАС, должна стабилизироваться таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа после достижения максимального уровня зарядки в условиях перегрузки по току.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

- 5.4.10 Термическая защита
- Для подтверждения того, что транспортное средство обеспечивает возможность контролирования и надлежащего регулирования работы ПЭАС на пределе границ безопасности ПЭАС по низким температурам, изготовители транспортных средств по запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:
- а) схему системы;
  - б) письменное разъяснение с указанием нижней температурной границы безопасного функционирования ПЭАС;
  - в) метод определения температуры ПЭАС;
  - г) меры на случай, когда температура ПЭАС достигает нижней границы безопасного функционирования ПЭАС либо переходит ее.
- 5.4.11 Контроль сброса газов, выделяемых ПЭАС
- 5.4.11.1 При работе транспортного средства, в том числе в условиях наличия неисправности, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию любых опасных факторов среды, обусловленных выбросами из ПЭАС.
- 5.4.11.2 В случае тяговой батареи открытого типа соблюдение требования пункта 5.4.11.1 проверяют путем испытания, проводимого по нижеописанной процедуре.
- 5.4.11.2.1 Испытание проводят в соответствии с методом, описанным в приложении 1 к настоящим Правилам. Отбор и анализ проб водорода осуществляют в соответствии с предписанными методами. Другие методы анализа могут быть одобрены в том случае, если доказано, что они позволяют получить эквивалентные результаты.
- 5.4.11.2.2 В процессе обычной процедуры зарядки в условиях, указанных в приложении 1, уровень выбросов водорода должен быть ниже 125 г в течение пяти часов или ниже  $25 \times t_2$  г в течение  $t_2$  (в часах), где  $t_2$  – это время избыточной зарядки при постоянной силе тока.
- 5.4.11.2.3 В процессе зарядки, осуществляемой с использованием зарядного устройства, обнаруживающего сбой в работе (условия указаны в приложении 1), уровень выбросов водорода должен быть ниже 42 граммов. Кроме того, продолжительность такого возможного сбоя зарядного устройства должна ограничиваться периодом в 30 минут.
- 5.4.11.3 В случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа, требование пункта 5.4.11.1 считается выполненным, если соблюдены все требования, предъявляемые к испытаниям по следующим пунктам: 6.2.2 (вибрация), 6.2.3 (термический удар и циклическое изменение температуры), 6.2.5 (защита от внешнего короткого замыкания), 6.2.6 (защита от избыточной зарядки), 6.2.7 (защита от чрезмерной разрядки), 6.2.8 (защита от перегрева) и 6.2.9 (защита от перегрузки по току).
- 5.4.12 Тепловое рассеяние
- В случае транспортных средств с ПЭАС, содержащей легковоспламеняющийся электролит, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию любых опасных факторов среды, обусловленных тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим

тепловым пробоем отдельного топливного элемента. С этой целью должно обеспечиваться выполнение требований пунктов 5.4.12.1 и 5.4.12.2<sup>2</sup>.

- 5.4.12.1 На транспортном средстве должны быть предусмотрены средства заблаговременного аварийного предупреждения для обеспечения возможности эвакуации или 5-минутного периода времени до возникновения внутри пассажирского салона такой опасной ситуации, обусловленной тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента, как пожар, взрыв или задымление. Это требование считается выполненным, если в результате теплового рассеяния не возникает ситуация, чреватая опасностью для водителя и пассажиров транспортного средства. Характеристики сигнала такого предупреждения должны соответствовать указанным в пункте 5.3.3.2. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовитель транспортных средств представляет следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:
- 5.4.12.1.1 перечень параметров (например, температура, напряжение или сила электрического тока), в зависимости от значения которых инициируется подача предупреждающего сигнала;
- 5.4.12.1.2 описание системы предупреждения.
- 5.4.12.2 Конструкцией топливного элемента, ПЭАС или транспортного средства должны предусматриваться функции или свойства, призванные обеспечить защиту водителя и пассажиров транспортного средства (как указано в пункте 5.4.12) при возникновении ситуаций, обусловленных тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства (см. также пункт 196 в разделе E части I):
- 5.4.12.2.1 анализ снижения степени риска, проведенный с использованием методики, установленной соответствующими отраслевыми стандартами (например, IEC 61508, MIL-STD 882E, ISO 26262, ГПАП АТПО, анализ отказов по SAE J2929 или аналогичные стандарты), где дается обстоятельная оценка риска, которому подвергаются водитель и пассажиры транспортного средства в результате теплового рассеяния по причине внутреннего короткого замыкания с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента, а также документально обосновывается возможность уменьшения риска за счет обеспечения конкретных функций или свойств;
- 5.4.12.2.2 схему системы с указанием всех соответствующих физических систем и компонентов, под которыми понимаются системы и компоненты, способствующие защите лиц, находящихся в транспортном

<sup>2</sup> В тех регионах, где применяется процедура проведения испытания на официальное утверждение типа, изготовитель отвечает за достоверность, объективность и целостность представленной документации, неся всю полноту ответственности за безопасность водителя и пассажиров и их защиту от неблагоприятных последствий теплового рассеяния, обусловленного внутренним коротким замыканием. В тех же регионах, где применяется процедура самосертификации, ответственность автоматически возлагается на изготовителя.

- средстве, от опасных последствий, обусловленных тепловым рассеянием в результате теплового пробоя отдельного топливного элемента;
- 5.4.12.2.3 диаграмму, показывающую принцип работы соответствующих систем и компонентов, с указанием всех функций или свойств, способствующих уменьшению степени риска.
- 5.4.12.2.4 По каждой конкретной функции/каждому конкретному свойству, способствующим уменьшению степени риска, представляют:
- 5.4.12.2.4.1 описание принципа действия;
- 5.4.12.2.4.2 четкое обозначение физической системы или физического компонента, реализующей(его) данную функцию;
- 5.4.12.2.4.3 один или несколько из перечисленных ниже технических документов (касающихся конструкционного решения), свидетельствующих об эффективности функции по уменьшению степени риска:
- a) протоколы проведенных испытаний с указанием использованных процедур, условий проведения и полученных результатов;
  - b) методика проведения анализа или утвержденного имитационного моделирования и полученные результаты.
- 5.5 Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС – после столкновения
- При проведении любого испытания транспортного средства на столкновение на основании настоящих Правил должно обеспечиваться соблюдение требований пунктов 5.5.1.1–5.5.1.3.
- Соответствие этим требованиям может быть подтверждено с помощью отдельного испытания на столкновение (отличного от испытания на предмет оценки степени защиты водителя и пассажиров, проводимого на основании соответствующих правил, касающихся краш-тестов), причем только в том случае, если электрические компоненты не влияют на степень защиты лиц, находящихся в транспортном средстве.
- Если же ПЭАС отвечает требованиям пункта 5.5.2, то применительно к соответствующему направлению удара в ходе краш-теста требования настоящего пункта считаются соблюденными.
- 5.5.1 Испытание на транспортном средстве
- 5.5.1.1 Утечка электролита
- 5.5.1.1.1 В случае ПЭАС с водным электролитом
- В течение 60 минут после удара не должно происходить никакой утечки электролита из ПЭАС в пассажирский салон, а за пределами салона допускается утечка не более 7%, по объему, но максимум 5,0 л электролита ПЭАС. Для измерения уровня утечки электролита можно прибегнуть к обычным методам определения объема жидкости после ее сбора. В случае резервуаров, содержащих растворитель Стоддарда, окрашенный охладитель и электролит, перед измерением жидкостям дают отстояться для их разделения на фракции.
- 5.5.1.1.2 В случае ПЭАС с безводным электролитом
- В течение 60 минут после удара не должно происходить никакой утечки жидкого электролита из ПЭАС в пассажирский салон, багажное отделение, а также за пределы транспортного средства. Соблюдение данного требования проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части транспортного средства.

- 5.5.1.2 Удержание ПЭАС
- ПЭАС должна оставаться закрепленной на транспортном средстве по крайней мере одним крепежным устройством, кронштейном или любой конструкцией, передающей приходящуюся на ПЭАС нагрузку на корпус транспортного средства, и ПЭАС, находящаяся за пределами пассажирского салона, не должна проникать в салон.
- 5.5.1.3 Пожарная опасность
- В течение одного часа после испытания на столкновение не должно быть выявлено никаких признаков возгорания или взрыва ПЭАС.
- 5.5.2 Испытание на компонентах ПЭАС
- 5.5.2.1 Механическое воздействие
- По усмотрению изготовителя должно обеспечиваться соответствие ПЭАС требованиям либо пункта 5.5.1, либо пункта 5.5.2.
- Если транспортное средство отвечает требованиям пункта 5.5.1, то ПЭАС этого транспортного средства считают соответствующей настоящему пункту 5.5.2.1.
- Официальное утверждение ПЭАС, испытанной в соответствии с пунктом 5.5.1, ограничено конкретным типом транспортного средства.
- 5.5.2.1.1 Механический удар
- Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.10.
- Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, огня или взрыва.
- Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода.
- Для проверки ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания на систему физической защиты (корпус) при необходимости может наноситься надлежащий слой краски. Если изготовитель не указывает метод, позволяющий проводить различие между утечкой различных жидкостей, то утечку всех жидкостей рассматривают в качестве утечки электролита.
- После проведения испытания испытуемое устройство должно удерживаться его крепежной арматурой, а его компоненты должны оставаться внутри его контуров.
- В случае высоковольтной ПЭАС сопротивление изоляции испытуемого устройства, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 6.1.1, должно обеспечиваться на уровне не менее 100 Ом/В для всей ПЭАС или же для испытуемого устройства – при оценке согласно пункту 6.1.6.2.4 – должен обеспечиваться уровень защиты IPXXB.
- 5.5.2.1.2 Механическая целостность
- Испытание проводят в соответствии с пунктом 6.2.11.
- ПЭАС, сертифицированную в соответствии с настоящим пунктом, устанавливают в положение между двумя следующими плоскостями: а) вертикальной плоскостью, перпендикулярной центральной оси транспортного средства, расположенной на 420 мм назад от передней оконечности транспортного средства, и б) вертикальной

плоскостью, перпендикулярной центральной оси транспортного средства, расположенной на 300 мм вперед от задней оконечности транспортного средства.

Разрушающая сила, указанная в пункте 6.2.11.3.2.1, может быть заменена значением, заявленным изготовителем, если эта разрушающая сила указана в соответствующем административном документе в качестве ограничения на установку, на которое также ссылаются при оценке соответствия транспортного средства. В этом случае изготовитель транспортного средства, который использует такую ПЭАС, должен подтвердить, что контактная сила, действующая на ПЭАС, не будет превышать значение, заявленное изготовителем ПЭАС. Такая сила определяется изготовителем транспортного средства на основе данных, полученных в результате фактических краш-тестов или их имитации согласно применимым правилам, касающимся краш-тестов, в соответствующих направлениях удара.

Изготовители могут использовать значение сил на основе данных, полученных в результате альтернативных процедур краш-тестов, однако эти силы должны быть как минимум равны силам, полученным в результате проверки на соответствие применимым правилам, касающимся краш-тестов.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода.

Для проверки ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания на систему физической защиты (корпус) при необходимости может наноситься надлежащий слой краски. Если изготовитель не указывает метод, позволяющий проводить различие между утечкой различных жидкостей, то утечку всех жидкостей рассматривают в качестве утечки электролита.

В случае высоковольтной ПЭАС сопротивление изоляции испытуемого устройства, измеренное в соответствии с пунктом 6.1.1, должно обеспечиваться на уровне не менее 100 Ом/В для всей ПЭАС или же для испытуемого устройства – при оценке согласно пункту 6.1.6.2.4 – должен обеспечиваться уровень защиты IPXXB.

## **6. Процедуры испытаний**

### **6.1 Процедуры испытаний для оценки электробезопасности**

#### **6.1.1 Метод измерения сопротивления изоляции**

##### **6.1.1.1 Общие положения**

Сопротивление изоляции для каждой высоковольтной шины транспортного средства измеряют либо определяют посредством расчета с использованием измеренных значений по каждой части или составному элементу высоковольтной шины.

##### **6.1.1.2 Метод измерения**

Измерение сопротивления изоляции проводят на основе использования соответствующего метода измерения, выбранного из числа методов, указанных в пунктах 6.1.1.2.1–6.1.1.2.2, в зависимости от

величины электрического заряда частей под напряжением или сопротивления изоляции.

Приемлемой альтернативой описанной ниже процедуре определения сопротивления изоляции могут служить измерения при помощи мегомметра или осциллографа. В таком случае, возможно, понадобится отключить бортовую систему контроля за сопротивлением изоляции.

Диапазон измерений в электрической цепи определяют заранее на основе использования схем электрической цепи. Если высоковольтные шины кондуктивно изолированы друг от друга, то сопротивление изоляции измеряют для каждой электрической цепи.

Если рабочее напряжение испытываемого устройства ( $V_b$ , рис. 2) не может быть измерено (например, из-за отключения электрической цепи в результате срабатывания главных контакторов или предохранителя), то испытание может быть проведено с помощью модифицированного испытываемого устройства, позволяющего измерить внутренние напряжения (до главных контакторов).

Кроме того, могут быть внесены такие изменения, необходимые для измерения сопротивления изоляции, как снятие защитных элементов для получения доступа к частям под напряжением, подключение проводов измерительной аппаратуры и внесение изменений в программное обеспечение.

В тех случаях, когда в связи с функционированием бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции измеренные значения нестабильны, могут быть внесены определенные изменения, необходимые для проведения измерений, за счет прекращения функционирования соответствующего устройства или его снятия. Кроме того, если соответствующее устройство снято, для доказательства того, что сопротивление изоляции между частями под напряжением и электрической массой остается неизменным, используют комплект чертежей.

Эти изменения не должны влиять на результаты испытания.

Во избежание короткого замыкания и электрического удара необходимо проявлять исключительную осторожность, поскольку для целей такого подтверждения может потребоваться непосредственное включение высоковольтной цепи.

6.1.1.2.1 Метод измерения с использованием внешних источников постоянного тока

6.1.1.2.1.1 Измерительный прибор

Используют прибор для испытания изоляции на сопротивление, способный создавать напряжение постоянного тока, превышающее рабочее напряжение высоковольтной шины.

6.1.1.2.1.2 Метод измерения

Прибор для испытания изоляции на сопротивление подключают между частями под напряжением и электрической массой. Затем измеряют сопротивление изоляции с подачей напряжения постоянного тока, составляющего, по крайней мере, половину рабочего напряжения высоковольтной шины.

Если система имеет несколько диапазонов напряжения (например, в связи с наличием промежуточного преобразователя) в кондуктивно соединенной цепи и если некоторые компоненты не могут выдерживать рабочее напряжение всей цепи, то сопротивление изоляции между этими компонентами и электрической массой может из-

меряться отдельно с подачей, по крайней мере, половины их собственного рабочего напряжения, причем данные компоненты отключают.

6.1.1.2.2 Метод измерения с использованием собственной ПЭАС транспортного средства в качестве источника постоянного тока

6.1.1.2.2.1 Условия, касающиеся испытуемого транспортного средства

На высоковольтную шину подается напряжение от собственной ПЭАС и/или системы преобразования энергии транспортного средства, при этом уровень напряжения ПЭАС и/или системы преобразования энергии на всем протяжении испытания должен, по крайней мере, соответствовать номинальному рабочему напряжению, указанному изготовителем транспортного средства.

6.1.1.2.2.2 Измерительный прибор

Вольтметр, используемый в ходе этого испытания, должен измерять значения напряжения постоянного тока и иметь внутреннее сопротивление не менее 10 МОм.

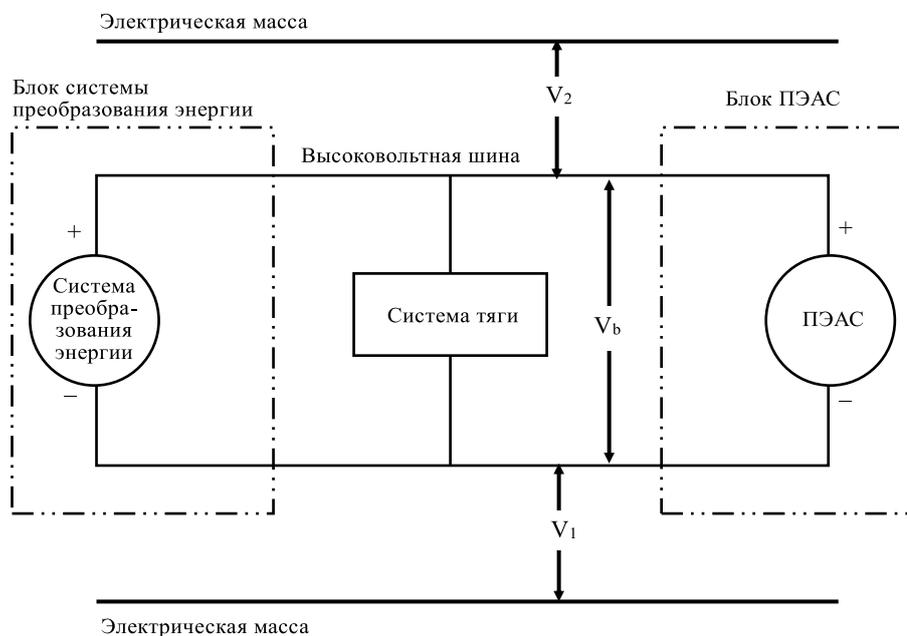
6.1.1.2.2.3 Метод измерения

6.1.1.2.2.3.1 Первый этап

Проводят измерение напряжения, как показано на рис. 2, и регистрируют значение напряжения высоковольтной шины ( $V_b$ ). Значение  $V_b$  должно быть не ниже значения номинального рабочего напряжения ПЭАС и/или системы преобразования энергии, указанного изготовителем транспортного средства.

Рис. 2

**Измерение значений  $V_b$ ,  $V_1$ ,  $V_2$**



6.1.1.2.2.3.2 Второй этап

Измеряют и регистрируют значение напряжения ( $V_1$ ) между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 2).

## 6.1.1.2.2.3.3 Третий этап

Измеряют и регистрируют значение напряжения ( $V_2$ ) между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 2).

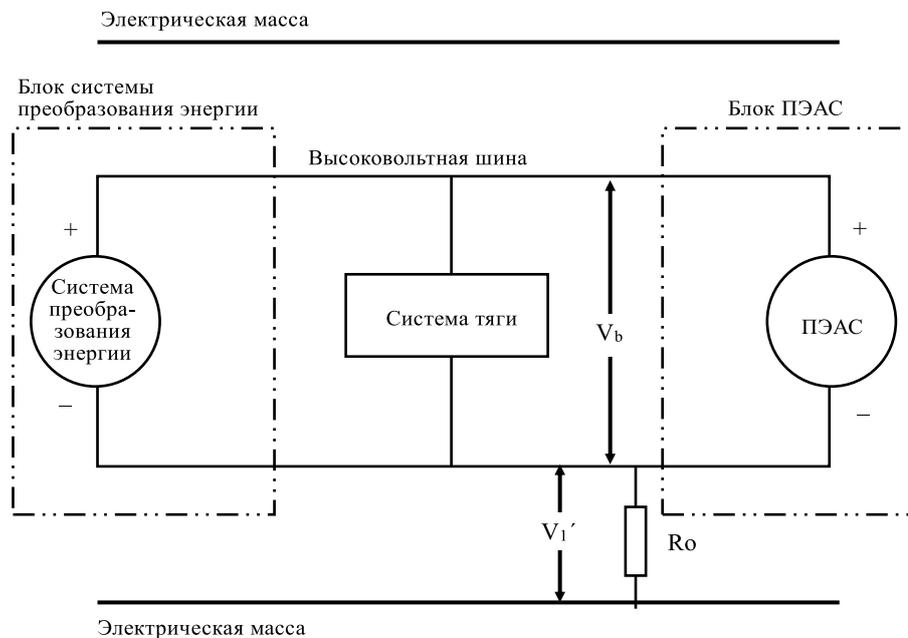
## 6.1.1.2.2.3.4 Четвертый этап

Если значение  $V_1$  превышает значение  $V_2$  или равно ему, то между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой помещают стандартное сопротивление известной величины ( $R_0$ ). После установки  $R_0$  измеряют напряжение ( $V_1'$ ) между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 3).

Уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$R_i = R_0 * (V_b / V_1' - V_b / V_1) \text{ или } R_i = R_0 * V_b * (1 / V_1' - 1 / V_1)$$

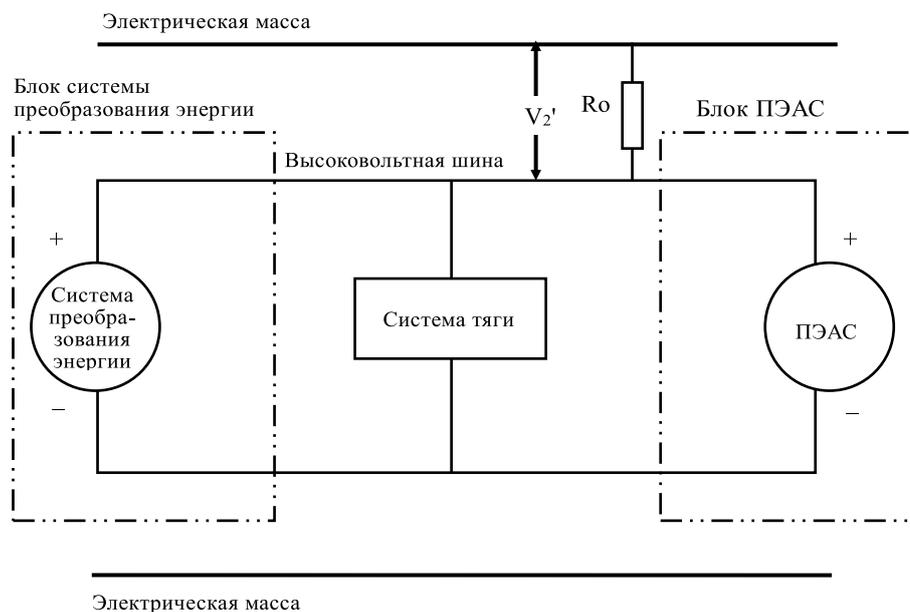
Рис. 3

Измерение значения  $V_1'$ 

Если значение  $V_2$  превышает значение  $V_1$ , то между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой помещают стандартное сопротивление известной величины ( $R_0$ ). После установки  $R_0$  измеряют напряжение ( $V_2'$ ) между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 4). Вычисляют уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) по указанной ниже формуле. Это значение уровня электрической изоляции (в омах) делят на значение номинального рабочего напряжения высоковольтной шины (в вольтах). Уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$R_i = R_0 * (V_b / V_2' - V_b / V_2) \text{ или } R_0 * V_b * (1 / V_2' - 1 / V_2)$$

Рис. 4  
Измерение значения  $V_2'$



#### 6.1.1.2.2.3.5 Пятый этап

Уровень электрической изоляции  $R_i$  (в омах), деленный на значение рабочего напряжения высоковольтной шины (в вольтах), дает значение сопротивления изоляции (в Ом/В).

(Примечание 1: Стандартное сопротивление известной величины  $R_o$  (в омах) должно соответствовать значению минимального требуемого сопротивления изоляции (в Ом/В), помноженному на значение рабочего напряжения транспортного средства  $\pm 20\%$  (в вольтах). Точного соответствия  $R_o$  этому значению не требуется, поскольку формулы действительны для любых значений  $R_o$ ; вместе с тем значение  $R_o$  в данном диапазоне должно обеспечивать возможность для измерения напряжения с хорошим разрешением.)

#### 6.1.2 Метод подтверждения надлежащего функционирования бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции

Бортовые системы контроля за сопротивлением изоляции, указанные в пункте 5.1.1.2.4.3 применительно к транспортным средствам на топливных элементах и в пункте 5.1.1.3.4 – применительно к защите от воздействия влаги, подвергаются испытанию по следующей процедуре:

- при помощи системы контроля за сопротивлением изоляции определяют сопротивление изоляции,  $R_i$ , электрического привода с использованием процедуры, изложенной в пункте 6.1.1;
- если минимальное значение сопротивления изоляции, требуемое согласно пункту 5.1.1.2.4.1 или 5.1.1.2.4.2, составляет 100 Ом/В, то между положительной клеммой электрического привода и электрической массой помещают резистор с сопротивлением  $R_o$ . Величина  $R_o$  резистора должна быть такой, чтобы обеспечивалось следующее соотношение:

$$1/(1/(95xV) - 1/R_i) \leq R_o < 1/(1/(100xV) - 1/R_i),$$

где  $V$  – рабочее напряжение электрического привода;

- с) если минимальное значение сопротивления изоляции, требуемое согласно пункту 5.1.1.2.4.1 или 5.1.1.2.4.2, составляет 500 Ом/В, то между положительной клеммой электрического привода и электрической массой помещают резистор с сопротивлением  $R_0$ . Величина  $R_0$  резистора должна быть такой, чтобы обеспечивалось следующее соотношение:

$$1/(1/(475 \times V) - 1/R_i) \leq R_0 < 1/(1/(500 \times V) - 1/R_i),$$

где  $V$  – рабочее напряжение электрического привода.

### 6.1.3 Защита от прямого контакта с частями под напряжением

#### 6.1.3.1 Щупы для проверки вероятности прикосновения

Щупы для проверки вероятности прикосновения, служащие для определения степени защиты от прикосновения к частям под напряжением, указаны в таблице 1.

#### 6.1.3.2 Условия проведения испытаний

Щуп для проверки вероятности прикосновения проталкивают в любое из отверстий кожуха с силой, указанной в таблице 1. Если он проходит внутрь частично или полностью, то его устанавливают в каждом из возможных положений. При этом полное проникновение через это отверстие ограничителя щупа ни в коем случае не допускается.

Внутренние электрозащитные ограждения считаются частью кожуха.

Внутри электрозащитного ограждения или кожуха между щупом и частями, находящимися под напряжением, при необходимости последовательно подсоединяют источник питания низкого напряжения (не менее 40 В и не более 50 В) с подходящей лампой.

К подвижным частям оборудования, находящегося под высоким напряжением, следует также применять метод сигнальной цепи.

В тех случаях, когда это возможно, допускается медленное движение внутренних подвижных частей.

#### 6.1.3.3 Условия допущения

Щуп для проверки вероятности прикосновения не должен соприкасаться с частями, находящимися под напряжением.

Если соблюдение этого требования проверяют с помощью сигнальной цепи между щупом и частями, находящимися под напряжением, лампа не должна загораться.

В случае испытания для проверки степени защиты, соответствующей IPXXB, шарнирный испытательный штырь может проникать внутрь на глубину 80 мм, но ограничитель щупа (диаметром 50 мм x 20 мм) не должен проходить через отверстие. Каждый из двух шарниров испытательного штыря, начиная с прямого положения, последовательно сгибают до угла 90° по отношению к оси прилегающей части штыря и устанавливают в каждом из возможных положений.

В случае испытания для проверки степени защиты, соответствующей IPXXD, щуп для проверки вероятности прикосновения может проталкиваться на всю его длину, но ограничитель не должен полностью проходить через отверстие.

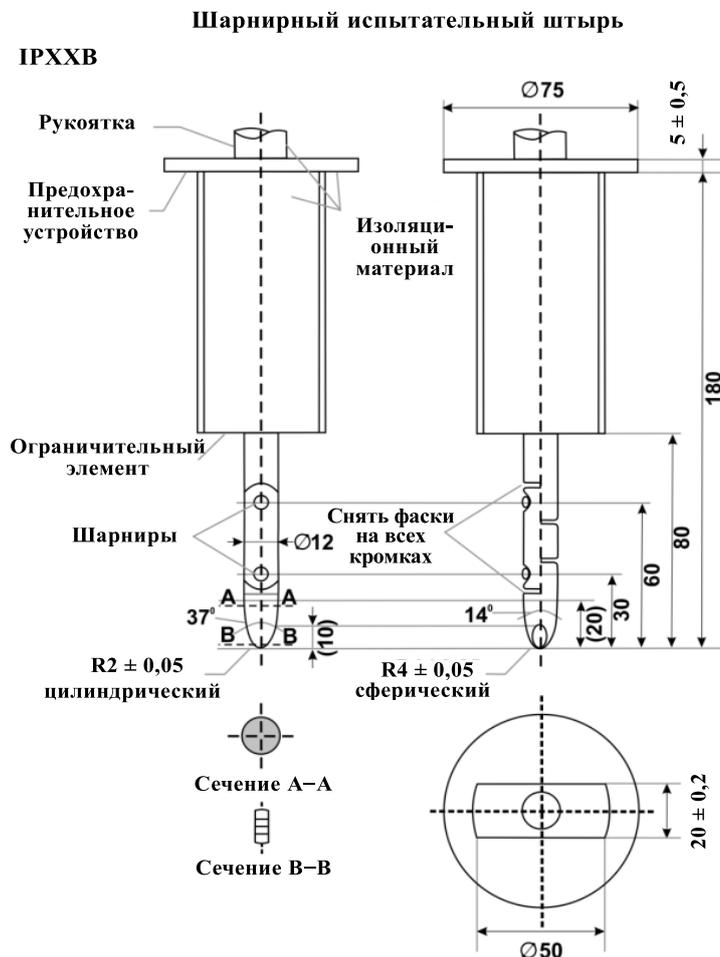
Таблица 1

**Щупы для проверки вероятности прикосновения, используемые в испытаниях для защиты людей от прикосновения к опасным частям**

Первая цифра	Дополнительная буква	Щуп для проверки вероятности прикосновения (размеры в мм)	Сила, прилагаемая в ходе испытаний
2	В	<p style="text-align: center;"><b>Шарнирный испытательный штырь</b></p> <p style="text-align: center;">Ограничительный элемент (<math>\varnothing 50 \times 20</math>)</p> <p style="text-align: center;"><math>\varnothing 12</math></p> <p style="text-align: center;">Шарнирный испытательный штырь (металлический)</p> <p style="text-align: center;">80</p> <p style="text-align: center;">Изоляционный материал</p> <p style="text-align: left;">Все размеры приведены на рис. 5</p>	10 Н ± 10%
4, 5, 6	D	<p style="text-align: center;"><b>Испытательный провод: диаметр – 1,0 мм, длина – 100 мм</b></p> <p style="text-align: center;">Сфера <math>\varnothing 35 \pm 0,2</math></p> <p style="text-align: center;">Прибл. 100</p> <p style="text-align: center;">100 ± 0,2</p> <p style="text-align: center;">+0,05 0</p> <p style="text-align: center;"><math>\varnothing 10</math></p> <p style="text-align: center;">Рукоятка (изоляционный материал)</p> <p style="text-align: center;">Ограничительный элемент (изоляционный материал)</p> <p style="text-align: center;">Жесткий испытательный провод (металлический)</p> <p style="text-align: center;">Края зачищены от неровностей</p>	1 Н ± 10%

Рис. 5  
Шарнирный испытательный штырь

Щуп для проверки вероятности прикосновения  
(размеры в мм)



Материал: металл, если не указано иное.

Линейные размеры в миллиметрах.

Общие допуски на размеры, на которые конкретный допуск не указан:

- a) на углы: 0/10 секунд;
- b) на линейные размеры:
  - i) до 25 мм: 0/-0,05;
  - ii) свыше 25 мм: ±0,2.

Оба шарнира должны допускать движение в одной и той же плоскости и в одном и том же направлении в пределах угла 90° с допуском от 0° до +10°.

6.1.4 Метод испытания для измерения электрического сопротивления:

- a) Метод испытания с использованием прибора для измерения сопротивления.

Прибор для измерения сопротивления подсоединяют к точкам измерения (как правило, на электрической массе и элект-

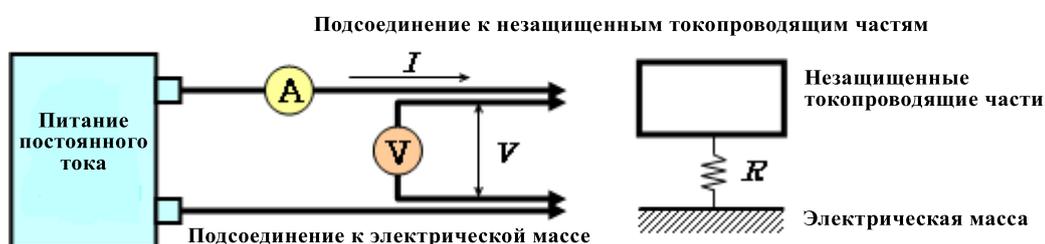
тропроводящем кожухе/электрозащитном ограждении), и проводят измерение сопротивления при помощи прибора, отвечающего следующим техническим требованиям:

- i) ток измерительной цепи: минимум 0,2 А;
  - ii) разрешение: 0,01 Ом или меньше;
  - iii) сопротивление R ниже 0,1 Ом.
- b) Метод испытания с использованием источника питания постоянного тока, вольтметра и амперметра.

Схема испытания методом использования источника питания постоянного тока, вольтметра и амперметра показана ниже.

Рис. 6

#### Схема испытания методом использования источника питания постоянного тока



##### 6.1.4.1 Процедура испытания

Источник питания постоянного тока, вольтметр и амперметр подсоединяют к точкам измерения (как правило, на электрической массе и электропроводящем кожухе/электрозащитном ограждении).

Напряжение источника питания постоянного тока регулируют таким образом, чтобы сила тока составляла не менее 0,2 А.

Измеряют силу тока «I» и напряжение «V».

Сопротивление «R» рассчитывают по следующей формуле:

$$R = V / I$$

Сопротивление «R» должно быть ниже 0,1 Ом.

*Примечание:* Если для целей измерения напряжения и силы тока используются вводные провода, то каждый такой провод подсоединяют к электрозащитному ограждению/кожуху/электрической массе по отдельности. При этом контактный зажим может быть общим.

##### 6.1.5 Процедура испытания на предмет защиты от воздействия влаги

###### 6.1.5.1 Мойка

Это испытание имеет целью имитировать мойку автомобилей в стандартных условиях, но без задействования специальных режимов очистки под высоким давлением или обработки днища кузова.

Контрольными зонами транспортного средства для целей данного испытания являются стыки, т.е. прокладки между двумя прилегающими элементами, например створками, уплотнители стекол, абрис открываемых элементов, обвод решетки радиатора и уплотнители фар/огней.

Все стыки, причем во всех направлениях, подвергают воздействию струи воды из шланга с наконечником и при степени защиты, соответствующей IPX5, как указано в приложении 2.

#### 6.1.5.2 Пересечение участков со стоячей водой

Транспортное средство, движущееся со скоростью 20 км/ч, в течение примерно 1,5 мин. преодолевает по бассейну для испытания на бродопродоимость (при глубине преодолеваемой водной преграды 10 см) расстояние 500 м. Если длина бассейна составляет менее 500 м, то прогон транспортного средства осуществляют несколько раз. Общее время, включая периоды нахождения вне бассейна, не должно превышать 10 мин.

#### 6.1.6 Условия проведения и процедура послеаварийных испытаний

##### 6.1.6.1 Условия проведения испытаний

###### 6.1.6.1.1 Общие положения

Применяют условия испытания, указанные в пунктах 6.1.6.1.2–6.1.6.1.4.

###### 6.1.6.1.2 Регулировка электрического привода

###### 6.1.6.1.2.1 В соответствии с пунктом 6.2.1.2 корректируют степень зарядки (СЗ) ПЭАС.

###### 6.1.6.1.2.2 Электрический привод должен находиться под напряжением как при включенных, так и при отключенных первоначальных источниках электроэнергии (например, двигатель-генератор, ПЭАС или система преобразования электроэнергии), однако:

###### 6.1.6.1.2.2.1 допускается проведение испытания без подачи тока на весь электрический привод или на его отдельные части, если это не оказывает негативного воздействия на результаты испытания. В случае отдельных частей электрического привода, на которые не подается ток, наличие защиты от электрического удара подтверждается либо физической защитой, либо сопротивлением изоляции и надлежащими дополнительными доказательствами;

###### 6.1.6.1.2.2.2 если электрический привод не находится под напряжением и предусматривается автоматическое разъединение, то допускается проведение испытания при включенном автоматическом разъединителе. В этом случае должно быть доказано, что в ходе испытания на удар функция автоматического разъединения работает. Под этой функцией подразумевается автоматическое включение сигнала, а также кондуктивное разъединение с учетом условий, существовавших при ударе.

###### 6.1.6.1.3 Договаривающиеся стороны могут допускать изменения топливной системы таким образом, чтобы для работы двигателя или системы преобразования электроэнергии можно было использовать надлежащее количество топлива.

###### 6.1.6.1.4 Условия испытания транспортного средства, отличающиеся от указанных в пунктах 6.1.6.1.1–6.1.6.1.3, оговорены в протоколах краш-тестов Договаривающихся сторон.

###### 6.1.6.2 Порядок проведения испытания на предмет защиты водителя и пассажиров от высокого напряжения и от опасности, связанной с утечкой электролита

В настоящем разделе описан порядок проведения испытания для доказательства соответствия изложенным в пунктах 5.2.2 и 5.5.1 требованиям относительно электробезопасности.

Перед проведением испытания транспортного средства на удар измеряют и регистрируют напряжение в высоковольтной шине ( $V_b$ ) (см. рис. 7) для подтверждения того, что оно находится в пределах рабочего напряжения транспортного средства, указанного изготовителем транспортного средства.

#### 6.1.6.2.1 Схема испытания и комплект испытательного оборудования

Если используется функция разъединения в случае высокого напряжения, то измерения проводят с обеих сторон устройства, выполняющего функцию разъединения.

Однако если устройство для разъединения в случае высокого напряжения является составной частью ПЭАС или системы преобразования электроэнергии и если степень защиты высоковольтной шины ПЭАС либо системы преобразования электроэнергии сохраняется после испытания на удар на уровне IPXXB, то измерения можно проводить только на участке между устройствами, обеспечивающими разъединение и электрическую нагрузку.

Вольтметр, используемый в ходе этого испытания, должен измерять значения напряжения постоянного тока и иметь внутреннее сопротивление не менее 10 МОм.

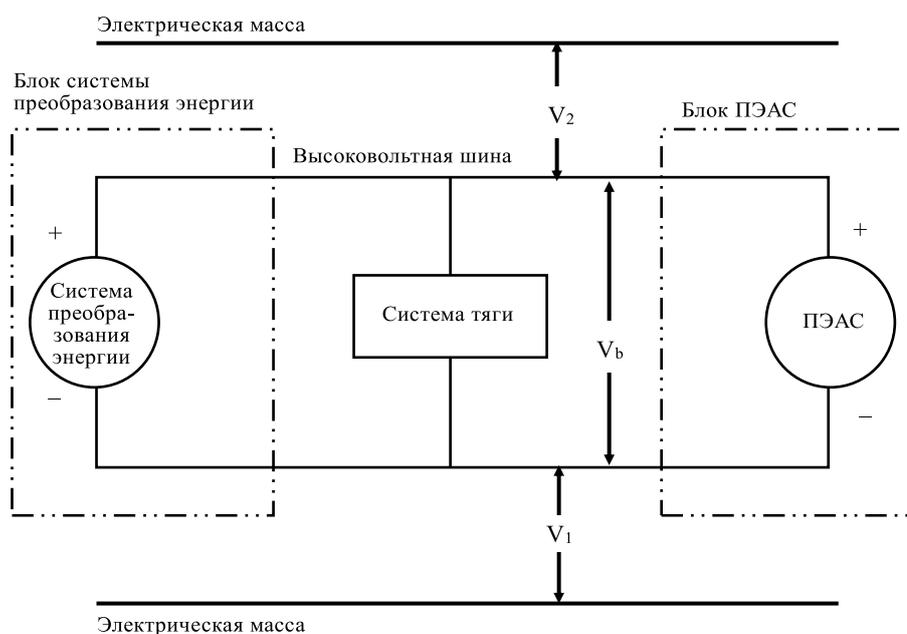
#### 6.1.6.2.2 Измерение напряжения

После испытания на удар определяют напряжение в высоковольтной шине ( $V_b$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ) (см. рис. 7).

Измерение напряжения проводят не ранее чем через 10 с и не позднее чем через 60 с после удара.

Данную процедуру не применяют, если в ходе испытания ток на электрический привод не подается.

Рис. 7  
Измерение значений  $V_b$ ,  $V_1$ ,  $V_2$



## 6.1.6.2.3 Процедура оценки в случае низкопотенциальной электроэнергии

До удара переключатель  $S_1$  и разрядный резистор  $R_e$  с известным сопротивлением подсоединяют параллельно к соответствующему конденсатору (см. рис. 8).

- а) Не ранее чем через 10 с и не позднее чем через 60 с после удара переключатель  $S_1$  переводят в закрытое положение и измеряют и регистрируют напряжение  $V_b$  и силу тока  $I_e$ . Полученные значения напряжения  $V_b$  и силы тока  $I_e$  интегрируют по периоду времени с момента перевода переключателя  $S_1$  в закрытое положение ( $t_c$ ) и до того момента, когда напряжение  $V_b$  падает до нуля ( $t_h$ ). Полученное интегрированное значение равняется полной энергии (ТЕ) в джоулях (Дж):

$$TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_e dt .$$

- б) Если  $V_b$  измеряют в любой момент времени в промежутке между 10 с и 60 с после удара и если емкостное сопротивление конденсаторов  $X$  ( $C_x$ ) указано изготовителем, то полную энергию (ТЕ) рассчитывают по следующей формуле:

$$TE = 0,5 \times C_x \times V_b^2$$

- в) Если  $V_1$  и  $V_2$  (см. рис. 8) измеряют в любой момент времени в промежутке между 10 с и 60 с после удара и если емкостное сопротивление конденсаторов  $Y$  ( $C_{y1}, C_{y2}$ ) указано изготовителем, то полную энергию ( $TE_{y1}, TE_{y2}$ ) рассчитывают по следующим формулам:

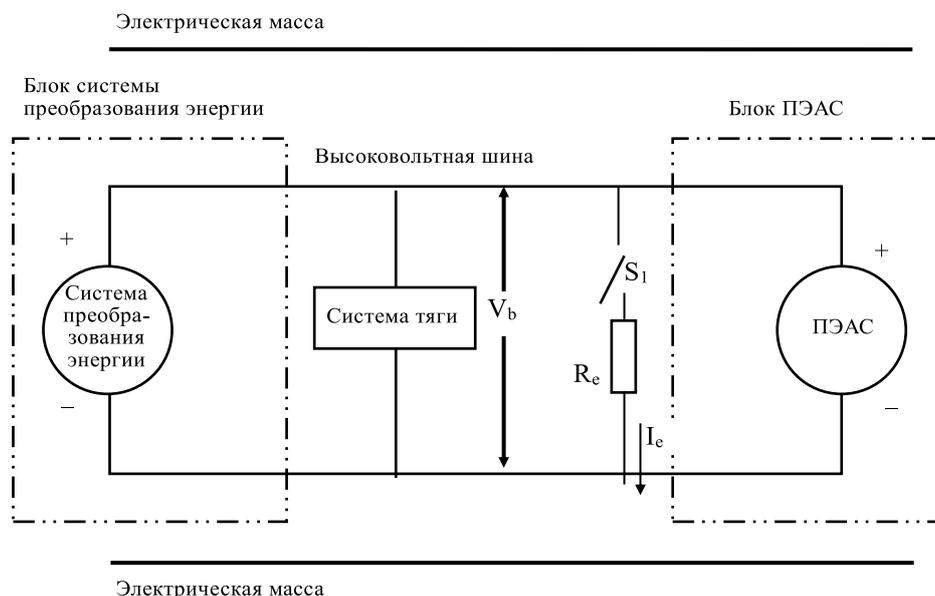
$$TE_{y1} = 0,5 \times C_{y1} \times V_1^2;$$

$$TE_{y2} = 0,5 \times C_{y2} \times V_2^2.$$

Данную процедуру не применяют, если в ходе испытания ток на электрический привод не подается.

Рис. 8

**Пример измерения количества содержащейся в конденсаторах X энергии высоковольтной шины**



#### 6.1.6.2.4 Физическая защита

После испытания транспортного средства на столкновение любые детали, прилегающие к высоковольтным компонентам, открывают, разбирают или снимают, по возможности без использования инструментов. Все остальные прилегающие детали рассматриваются в качестве части системы физической защиты.

Для оценки электробезопасности в любой зазор или любое отверстие в системе физической защиты вставляют с приложением испытательного усилия  $10 \text{ Н} \pm 10\%$  шарнирный испытательный штырь, описанный в пункте 6.1.3. Если шарнирный испытательный штырь проходит внутрь системы физической защиты частично или полностью, то этот штырь помещают туда в каждом из положений, указанных ниже.

Каждый из двух шарниров испытательного штыря, начиная с прямого положения, поворачивают под углом, достигающим постепенно до  $90^\circ$  по отношению к оси прилегающей части штыря, и устанавливают в каждом из возможных положений.

Внутренние электрозащитные ограждения считаются частью кожуха.

Внутри электрозащитного ограждения или кожуха между шарнирным испытательным штырем и частями, находящимися под высоким напряжением, в соответствующем случае последовательно подсоединяют источник питания низкого напряжения (не менее 40 В и не более 50 В) с подходящей лампой.

Требования, изложенные в пункте 5.2.2.3, выполнены, если шарнирный испытательный штырь, описанный в пункте 6.1.3, не может соприкоснуться с частями, находящимися под высоким напряжением.

Для выяснения того, не соприкасается ли шарнирный испытательный штырь с высоковольтными шинами, при необходимости можно использовать зеркало или волоконный эндоскоп.

Если соблюдение этого требования проверяют с помощью сигнальной цепи между шарнирным испытательным штырем и частями, находящимися под высоким напряжением, лампа не должна загораться.

#### 6.1.6.2.4.1 Напряжение между незащищенными токопроводящими ограждениями

Измеряют разность потенциалов между незащищенными токопроводящими частями электрозащитных ограждений и электрической массой. Измеряют или рассчитывают по другим замеренным значениям напряжения разность потенциалов между двумя одновременно достигаемыми незащищенными токопроводящими частями электрозащитных ограждений/кожухов.

#### 6.1.6.2.5 Сопротивление изоляции

Измерение проводят в соответствии с пунктом 6.1.1 при соблюдении нижеследующей меры предосторожности.

Все измерения для расчета значения(й) напряжения и электрического сопротивления изоляции проводят как минимум через 10 с после удара.

#### 6.1.6.2.6 Утечка электролита

Для проверки ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания на систему физической защиты (корпус) при необходи-

мости может наноситься надлежащий слой краски. Если изготовитель не указывает метод, позволяющий проводить различие между утечкой различных жидкостей, то утечку всех жидкостей рассматривают в качестве утечки электролита.

## 6.2 Процедуры испытаний ПЭАС

### 6.2.1 Общие процедуры

#### 6.2.1.1 Процедура проведения стандартного цикла

Процедура проведения стандартного цикла в случае ПЭАС в сборе, подсистем(ы) ПЭАС или укомплектованного транспортного средства

Стандартный цикл начинают со стандартной разрядки, за которой следует стандартная зарядка. Стандартный цикл проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ .

#### Стандартная разрядка

Скорость разрядки: процедуру разрядки, включая критерии ее окончания, определяет изготовитель. Если не указано иное, разрядка производится током в 1С – в случае ПЭАС в сборе и подсистем ПЭАС.

Предел (конечное напряжение) разрядки: указывается изготовителем

В случае укомплектованного транспортного средства процедуру разрядки с использованием динамометра определяет изготовитель. Критерием окончания разрядки служат показания приборов управления транспортного средства.

Период покоя после разрядки: минимум 15 минут.

#### Стандартная зарядка

Процедуру зарядки определяет изготовитель. Если не указано иное, зарядка производится током в С/3. Зарядку продолжают до момента ее завершения в штатном режиме. Применительно к ПЭАС или подсистеме ПЭАС критерии окончания зарядки указаны в пункте 6.2.1.2.2.

В случае укомплектованного транспортного средства с возможностью зарядки от внешнего источника процедуру зарядки с использованием внешнего источника электропитания определяет изготовитель. В случае укомплектованного транспортного средства с возможностью зарядки от бортовых источников энергии процедуру зарядки с использованием динамометра определяет изготовитель. Критерием окончания зарядки служат показания приборов управления транспортного средства.

#### 6.2.1.2 Порядок корректировки СЗ

6.2.1.2.1 Корректировку СЗ производят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  в случае испытаний на транспортном средстве и  $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$  в случае испытаний на компонентах.

6.2.1.2.2 Корректировку СЗ испытуемого устройства производят по одной из нижеуказанных применимых процедур. Если допустимы различные процедуры зарядки ПЭАС, то используют процедуру, при которой обеспечивается максимальная СЗ:

- а) в случае транспортного средства, оснащенного ПЭАС, предназначенной для зарядки от внешнего источника, ПЭАС заряжают до максимальной СЗ в соответствии с процедурой, указанной изготовителем для обычных условий эксплуата-

- ции, до момента завершения процесса зарядки в штатном режиме;
- b) в случае транспортного средства, оснащенного ПЭАС, предназначенной для зарядки только от источника энергии на транспортном средстве, ПЭАС заряжают до максимальной СЗ, достижимой в условиях обычной эксплуатации транспортного средства. Изготовитель рекомендует режим работы транспортного средства, обеспечивающий достижение этой СЗ;
- c) при использовании ПЭАС либо подсистемы ПЭАС в качестве испытуемого устройства последнее заряжают до максимальной СЗ в соответствии с процедурой, указанной изготовителем для обычных условий эксплуатации, до момента завершения процесса зарядки в штатном режиме. Указанные изготовителем процессы изготовления, процедуры или операции технического обслуживания могут считаться приемлемыми при условии, что они обеспечивают СЗ, эквивалентную достижимой при обычных условиях эксплуатации. Если испытуемое устройство исключает возможность автономного регулирования СЗ, то степень зарядки должна составлять не менее 95% максимальной СЗ в обычных условиях эксплуатации, определенной изготовителем для испытуемого устройства в конкретной комплектации.
- 6.2.1.2.3 При проведении испытания с использованием транспортного средства или подсистемы ПЭАС степень зарядки (СЗ) должна составлять не менее 95% от СЗ согласно пунктам 6.2.1.2.1 и 6.2.1.2.2 в случае ПЭАС, предназначенной для зарядки от внешнего источника, и не менее 90% от СЗ согласно пунктам 6.2.1.2.1 и 6.2.1.2.2 в случае ПЭАС, предназначенной для зарядки только от источника энергии на транспортном средстве. СЗ подтверждают оговоренным изготовителем методом.
- 6.2.2 Испытание на виброустойчивость
- 6.2.2.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС в условиях воздействия вибрации, которой ПЭАС может подвергаться в процессе нормальной эксплуатации транспортного средства.
- 6.2.2.2 Оборудование
- 6.2.2.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.
- 6.2.2.2.2 Испытуемое устройство прочно крепят на платформе вибрационной установки таким образом, чтобы обеспечивалась непосредственная передача вибрации испытуемому устройству.
- Испытуемое устройство закрепляют при помощи держателей в тех точках крепления, которые предусмотрены схемой монтажа на транспортном средстве. Держатели прочно крепят на платформе вибрационной установки таким образом, чтобы обеспечивалась

непосредственная передача вибрации держателям испытуемого устройства.

### 6.2.2.3 Процедуры

#### 6.2.2.3.1 Общие условия испытания

Испытание испытуемого устройства проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функцию(и) испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

#### 6.2.2.3.2 Процедуры испытания

Испытуемое устройство подвергают вибрации, представляющей собой волнообразное синусоидальное колебание с качанием частоты от 7 Гц до 50 Гц и обратно к 7 Гц в течение логарифмического колебательного цикла продолжительностью 15 минут. Этот цикл повторяют 12 раз в течение в общей сложности 3 часов в вертикальном направлении монтажного положения ПЭАС в соответствии с указанием изготовителя.

Соотношение между частотой и ускорением показано в таблице 2.

Таблица 2

#### Частота и ускорение

<i>Частота (Гц)</i>	<i>Ускорение (м/с<sup>2</sup>)</i>
7–18	10
18–30	постепенно уменьшается с 10 до 2
30–50	2

По просьбе изготовителя можно использовать более высокий уровень ускорения и более высокую максимальную частоту.

По усмотрению изготовителя в качестве замены соотношения «частота–ускорение», указанного в таблице 2, можно использовать определенный изготовителем транспортного средства режим испытания на виброустойчивость, проверенный для способа применения транспортного средства. В случае ПЭАС, сертифицированной с соблюдением этого условия, фактором ограничения служит ее установка на транспортных средствах конкретного типа.

По завершении режима испытания на виброустойчивость проводят стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

- 6.2.3 Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры
- 6.2.3.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка устойчивости ПЭАС к резким перепадам температуры. ПЭАС проходит заданное количество температурных циклов, которые начинаются при температуре окружающего воздуха, за которыми следуют циклы высоких и низких температур. Оно имитирует быстрые изменения температуры окружающей среды, которым ПЭАС может подвергаться в течение срока службы.
- 6.2.3.2 Оборудование
- Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.
- 6.2.3.3 Процедуры
- 6.2.3.3.1 Общие условия испытания
- В начале испытания испытуемого устройства производятся следующие действия:
- а) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;
  - б) включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.
- 6.2.3.3.2 Процедура испытания
- По просьбе изготовителя испытуемое устройство хранится в течение не менее 6 часов при температуре, равной  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  или выше, а затем, также по просьбе изготовителя, в течение не менее 6 часов при температуре, равной  $-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  или ниже. Максимальный интервал времени между крайними значениями температуры составляет 30 минут. Эту процедуру повторяют до завершения 5 полных циклов, после чего испытуемое устройство в течение 24 часов хранится при температуре окружающего воздуха, равной  $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .
- После хранения в течение 24 часов проводят стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.
- По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 6.2.4 Испытание на огнестойкость
- 6.2.4.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка устойчивости ПЭАС к воздействию огня с внешней стороны транспортного средства в результате, например, вытекания топлива из какого-либо транспортного средства (либо из самого транспортного средства, либо из рядом стоящего транспортного средства). В этой ситуации у води-

теля и пассажиров должно быть достаточно времени, чтобы покинуть транспортное средство.

#### 6.2.4.2 Оборудование

6.2.4.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытываемом устройстве можно не устанавливать. Если соответствующие подсистемы ПЭАС распределены по всему транспортному средству, то испытание можно проводить на каждой соответствующей подсистеме ПЭАС.

#### 6.2.4.3 Процедуры

##### 6.2.4.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:

- a) испытание проводят при температуре не ниже 0 °С;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытываемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

##### 6.2.4.3.2 Процедура испытания

По усмотрению изготовителя проводят испытание на транспортном средстве или испытание на компонентах.

##### 6.2.4.3.2.1 Испытание на транспортном средстве (согласно процедуре испытания по пункту 6.2.4.3.3)

Испытуемое устройство устанавливают на испытательной арматуре, по возможности точно воспроизводящей условия его монтажа на транспортном средстве; для проведения этого испытания не следует использовать горючие материалы, кроме материала, являющегося частью ПЭАС. Способ крепления испытываемого устройства на арматуре должен соответствовать техническим требованиям к его установке на транспортном средстве. В случае ПЭАС, предназначенной для особых условий использования на транспортном средстве, учитывают части транспортного средства, влияющие каким-либо образом на распространение огня.

##### 6.2.4.3.2.2 Испытание на компонентах (согласно процедуре испытания по пункту 6.2.4.3.3 (с разливом горящего бензина) или пункту 6.2.4.3.4 (с использованием газовой горелки (СНГ))

В случае испытания на компонентах изготовитель может отдать предпочтение проведению испытания на огнестойкость либо с разливом горящего бензина, либо с использованием газовой горелки (СНГ).

##### 6.2.4.3.3 Схема испытания на огнестойкость с разливом горящего бензина применительно к испытанию как на транспортном средстве, так и на компонентах

Испытуемое устройство устанавливают на решетчатый стол, расположенный над источником огня в соответствии с концепцией изготовителя.

Решетчатый стол изготавливается из стальных стержней диаметром 6–10 мм, расположенных на расстоянии 4–6 см друг от друга. Стальные стержни могут поддерживаться плоскими стальными деталями, если это необходимо.

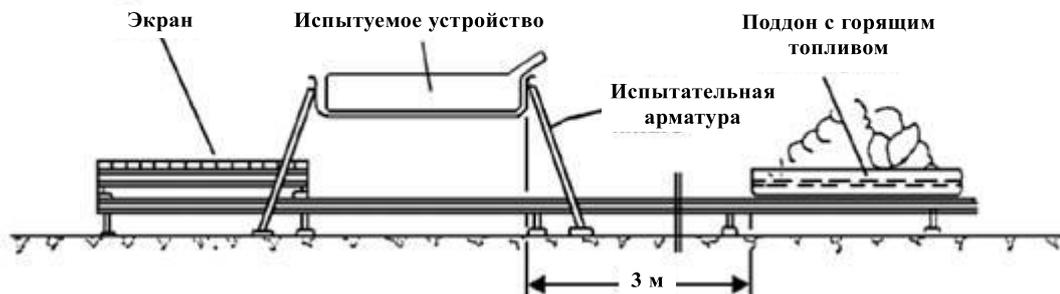
Источником пламени, воздействию которого подвергается испытуемое устройство, должно быть горящее в поддоне коммерческое топливо для двигателей с принудительным зажиганием (здесь и далее «топливо»). Количество топлива должно быть достаточным для обеспечения наличия пламени в течение всего испытания в условиях свободного горения.

Огонь должен покрывать всю площадь поддона в течение всего времени воздействия огня. Размеры поддона выбирают таким образом, чтобы обеспечивался охват пламенем боковых сторон испытуемого устройства. Длина и ширина поддона должны по этой причине превышать горизонтальную проекцию испытуемого устройства не менее чем на 20 см, но не более чем на 50 см. В начале испытания боковые стенки поддона не должны возвышаться над уровнем топлива более чем на 8 см.

- 6.2.4.3.3.1 Наполненный топливом поддон устанавливают под испытуемым устройством таким образом, чтобы расстояние между уровнем топлива в поддоне и дном испытуемого устройства соответствовало конструктивной высоте установки испытуемого устройства над поверхностью дороги на порожнем транспортном средстве, если применяется пункт 6.2.4.3.2.1, или примерно на высоте 50 см, если применяется пункт 6.2.4.3.2.2. При этом обеспечивается возможность свободного перемещения либо поддона, либо испытательной арматуры.
- 6.2.4.3.3.2 Во время фазы С испытания поддон накрывают экраном. Экран устанавливают на высоте  $3 \pm 1$  см над уровнем топлива, измеряемым до воспламенения топлива. Экран изготавливается из огнестойкого материала, как это предусмотрено на рис. 13. Между кирпичами не должно быть зазоров, причем они должны поддерживаться над поддоном, заполненным топливом, таким образом, чтобы отверстия в кирпичах были открыты. Габариты рамы по длине и ширине должны быть на 2–4 см меньше внутренних размеров поддона, с тем чтобы между рамой и стенками поддона оставались зазоры в 1–2 см, обеспечивающие вентиляцию. Перед проведением испытания температура экрана должна соответствовать, как минимум, температуре окружающего воздуха. Кирпичи могут увлажняться, с тем чтобы гарантировать условия испытаний, отвечающие требованию о воспроизводимости.
- 6.2.4.3.3.3 Если испытания проводятся на открытом воздухе, то следует обеспечить надлежащую защиту от ветра, а скорость ветра на уровне поддона не должна превышать 2,5 км/ч.
- 6.2.4.3.3.4 Испытание состоит из трех фаз В–D, если температура топлива составляет не менее 20 °C. В противном случае испытание состоит из четырех фаз А–D.
- 6.2.4.3.3.4.1 Фаза А: Предварительный прогрев (рис. 9)

Топливо в поддоне поджигают на расстоянии не менее 3 м от испытуемого устройства. После предварительного прогрева в течение 60 с поддон устанавливают под испытуемое устройство. Если же размеры поддона слишком велики, чтобы его можно было переместить, не расплескав жидкость, то вместо этого испытуемое устройство и испытательный стенд можно разместить над поддоном.

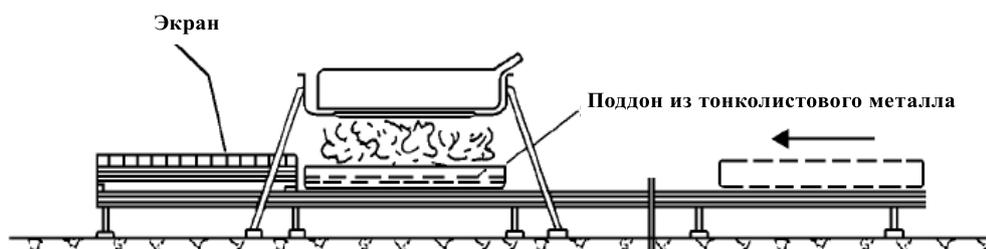
Рис. 9  
Фаза А: Предварительный прогрев



6.2.4.3.3.4.2 Фаза В: Непосредственный контакт с пламенем (рис. 10)

Испытуемое устройство подвергают в течение 70 с воздействию пламени при свободном горении топлива.

Рис. 10  
Фаза В: Непосредственный контакт с пламенем

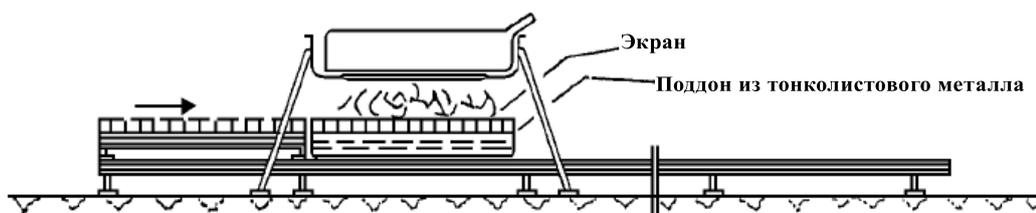


6.2.4.3.3.4.3 Фаза С: Косвенный контакт с пламенем (рис. 11)

Сразу же по окончании фазы В между поддоном и испытуемым устройством помещают экран. Затем испытуемое устройство подвергают такому ограниченному воздействию пламени в течение 60 секунд.

В качестве альтернативы проведению фазы С испытания по усмотрению изготовителя в течение дополнительных 60 с может быть продолжена фаза В.

Рис. 11  
Фаза С: Косвенный контакт с пламенем



6.2.4.3.3.4.4 Фаза D: Завершение испытания (рис. 12)

Горящий поддон, покрытый экраном, сдвигают обратно в положение, описанное в фазе А. Гасить испытуемое устройство не следует. После удаления поддона за испытуемым устройством ведут

наблюдение до тех пор, пока температура поверхности испытуемого устройства не снизится до температуры окружающего воздуха, или в течение не менее трех часов.

Рис. 12  
Фаза D: Завершение испытания

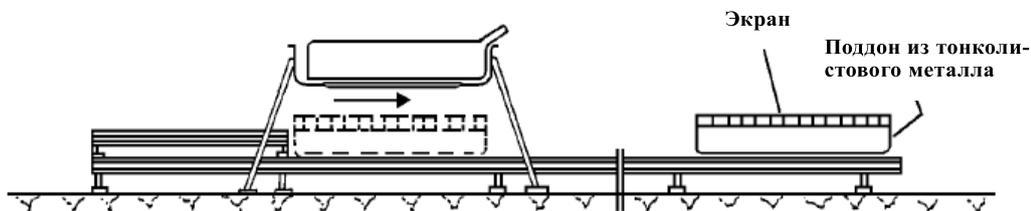
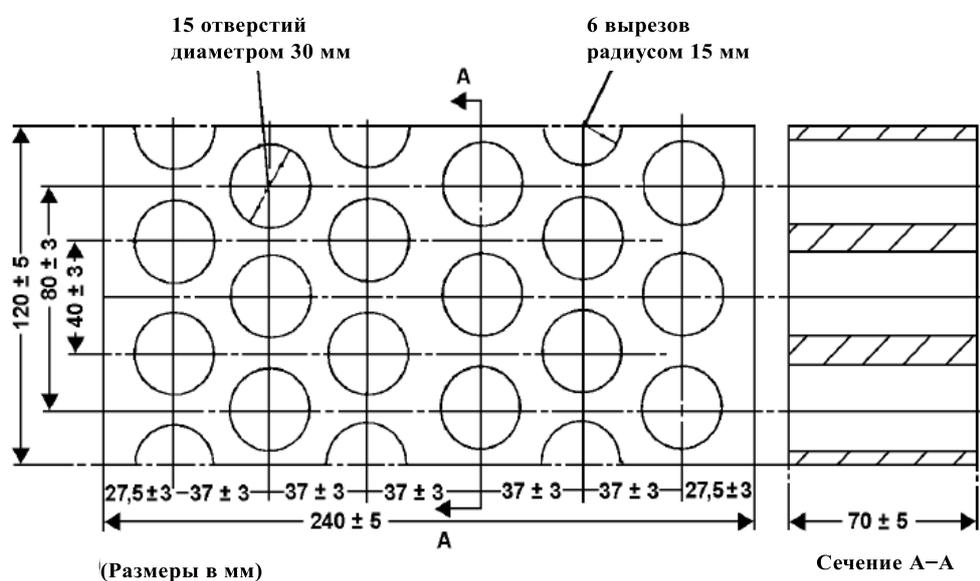


Рис. 13  
Размеры огнеупорных кирпичей



Огнестойкость	(по Зегеру-Кегелю) SK 30
Содержание Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30–33%
Открытая пористость (P <sub>o</sub> )	20–22% от объема
Плотность	1 900–2 000 кг/м <sup>3</sup>
Фактическая площадь отверстий	44,18%

- 6.2.4.3.4 Схема испытания на огнестойкость с использованием газовой горелки (СНГ) применительно к испытанию на компонентах
- 6.2.4.3.4.1 Испытуемое устройство помещают на испытательную установку в положении, соответствующем концепции изготовителя.
- 6.2.4.3.4.2 Для получения пламени, воздействию которого подвергается испытуемое устройство, используют газовую горелку (СНГ). Высота факела пламени – без учета испытуемого устройства – должна составлять примерно 60 см или больше.
- 6.2.4.3.4.3 Температуру пламени измеряют непрерывно при помощи датчиков температуры. На протяжении всего времени воздействия огня не реже чем раз в секунду рассчитывают среднюю температуру как среднее арифметическое значений температуры, замеренных всеми

температурными датчиками, отвечающими изложенным в пункте 6.2.4.3.4.4 требованиям в отношении размещения.

- 6.2.4.3.4.4 Все датчики температуры устанавливают на высоте  $5 \pm 1$  см ниже самой низкой точки внешней поверхности испытуемого устройства при его ориентации согласно пункту 6.2.4.3.4.1. По крайней мере один датчик температуры должен размещаться по центру испытуемого устройства и по крайней мере четыре датчика – в пределах 10 см от края испытуемого устройства ближе к его центру, причем практически на равном расстоянии друг от друга.
- 6.2.4.3.4.5 Дно испытуемого устройства подвергают непосредственному воздействию ровного пламени, получаемого целиком за счет сгорания топлива. Факел пламени газовой горелки (СНГ) должен превышать горизонтальную проекцию испытуемого устройства не менее чем на 20 см.
- 6.2.4.3.4.6 После 30-секундного периода стабилизации температуры на среднем уровне  $800 \text{ }^\circ\text{C}$  испытуемое устройство в течение двух минут подвергают воздействию пламени. Среднюю температуру поддерживают в пределах  $800\text{--}1\ 100 \text{ }^\circ\text{C}$  в течение двух минут.
- 6.2.4.3.4.7 После непосредственного контакта с пламенем за испытуемым устройством ведется наблюдение до тех пор, пока температура поверхности испытуемого устройства не снизится до температуры окружающего воздуха, или в течение не менее трех часов.

## 6.2.5 Защита от внешнего короткого замыкания

### 6.2.5.1 Цель

Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от короткого замыкания для предохранения ПЭАС от последующих опасных явлений, вызванных током короткого замыкания.

### 6.2.5.2 Оборудование

Это испытание проводят с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе или же подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то испытуемое устройство должно быть рассчитано на номинальное напряжение ПЭАС в сборе и изготовитель должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.

При испытании с использованием укомплектованного транспортного средства изготовитель может представить информацию относительно подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для наложения ее закоротки.

### 6.2.5.3 Процедуры

#### 6.2.5.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20 \text{ }^\circ\text{C} \pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;

- c) при испытании с использованием ПЭАС в сборе или подсистем(ы) ПЭАС в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания;
- d) при испытании с использованием укомплектованного транспортного средства жгут разъема питания подсоединяют в указанном изготовителем месте и включают защитные системы транспортного средства, имеющие отношение к результату испытания.

#### 6.2.5.3.2 Короткое замыкание

В начале испытания все соответствующие главные контакторы, предназначенные для зарядки и разрядки, должны быть замкнуты с целью имитации режима, допускающего движение, а также режима, позволяющего производить внешнюю зарядку. Если эта проверка не может быть завершена в рамках одного испытания, то проводят два или более испытаний.

При испытании с использованием ПЭАС в сборе или подсистем(ы) ПЭАС положительную и отрицательную клеммы испытуемого устройства соединяют, с тем чтобы вызвать короткое замыкание. Соединение, используемое для создания короткого замыкания (включая кабельную обвязку), должно иметь сопротивление не более 5 мОм.

При испытании с использованием укомплектованного транспортного средства закоротку накладывают посредством жгута разъема питания. Соединение, используемое для создания короткого замыкания (включая кабельную обвязку), должно иметь сопротивление не более 5 мОм.

Воздействие короткого замыкания поддерживают до срабатывания функции защиты ПЭАС, прерывающей ток короткого замыкания, или в течение не менее 1 ч после того, как температура, измеренная на корпусе испытуемого устройства или ПЭАС, стабилизировалась таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа.

#### 6.2.5.3.3 Стандартный цикл и период наблюдения

Сразу после окончания действия короткого замыкания проводят стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

### 6.2.6 Испытание на предмет защиты от избыточной зарядки

#### 6.2.6.1 Цель

Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от избыточной зарядки с целью предохранения ПЭАС от любых опасных явлений, вызванных слишком высокой СЗ.

#### 6.2.6.2 Оборудование

Это испытание проводят в обычных условиях эксплуатации с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе. Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытуемом устройстве можно не устанавливать.

Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытуемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.

### 6.2.6.3 Процедуры

#### 6.2.6.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре;
- b) степень зарядки (СЗ) ПЭАС корректируют таким образом, чтобы она находилась приблизительно посередине нормального диапазона функционирования применительно к рекомендованному изготовителем нормальному режиму работы, например, прогону транспортного средства или использованию внешнего зарядного устройства. При наличии возможности обеспечить нормальное функционирование ПЭАС точной корректировки СЗ не требуется;
- c) при испытании на транспортном средстве с использованием автомобилей, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии (например, двигателем внутреннего сгорания, топливным элементом и т.д.), производят заливку топлива в порядке обеспечения возможности функционирования таких систем преобразования энергии;
- d) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания. Все соответствующие главные контакторы, предназначенные для зарядки, должны быть замкнуты.

#### 6.2.6.3.2 Зарядка

При испытании на транспортном средстве процедура зарядки ПЭАС соответствует указанной в пунктах 6.2.6.3.2.1 и 6.2.6.3.2.2, и ее выбирают в зависимости от соответствующего режима работы транспортного средства и функциональности системы защиты. В качестве альтернативы процедура зарядки ПЭАС при таком испытании соответствует указанной в пункте 6.2.6.3.2.3. При испытании на компонентах процедура зарядки соответствует указанной в пункте 6.2.6.3.2.4.

##### 6.2.6.3.2.1 Зарядка в процессе прогона транспортного средства

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве в режиме, допускающем движение:

- a) В случае транспортных средств, зарядка которых может осуществляться от бортовых источников энергии (например, систем рекуперации энергии, бортовых систем преобразования энергии), транспортное средство прогоняют на динамометрическом стенде. Определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – тот режим работы транспортного средства на динамометре (например, имитация непрерывного движения под уклон), при котором обеспечивается настолько высокий зарядный ток, насколько это практически достижимо.
- b) Осуществляют зарядку ПЭАС путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде в соответствии с

подпунктом а) пункта 6.2.6.3.2.1. Прогон транспортного средства на динамометре прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 2 °C за 1 час. Если функция автоматического прерывания для защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такой функции нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем.

- с) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство, с прогоном транспортного средства на динамометрическом стенде.

#### 6.2.6.3.2.2 Зарядка от внешнего источника электропитания (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытанию на транспортном средстве, проводимому с использованием автомобилей, заряжаемых от внешнего источника:

- а) Для подсоединения внешнего электропитающего оборудования используют штатное входное соединительное устройство на транспортном средстве, если таковое имеется. Канал управления зарядом внешнего электропитающего оборудования перенастраивают или блокируют в целях обеспечения возможности зарядки, указанной в нижеследующем подпункте б) пункта 6.2.6.3.2.2.
- б) Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего электропитающего оборудования при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем. Зарядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.
- с) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство, с прогоном транспортного средства на динамометрическом стенде в целях разрядки и при использовании внешнего электропитающего оборудования для целей зарядки.

#### 6.2.6.3.2.3 Зарядка с подсоединением жгута разъема питания (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве, проводимым с использованием как автомобилей, заряжаемых от внешнего источника, так и автомобилей, зарядка которых может осуществляться только от бортовых источников энергии; при этом изготовитель представляет информацию относительно

подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее зарядки:

- a) Жгут разъема питания подсоединяют к транспортному средству в соответствии с указаниями изготовителя. При прогоне вольт-амперные настройки внешнего зарядно-разрядного оборудования должны обеспечивать превышение предела зависящего от напряжения тока испытываемого устройства не менее чем на 10%. Внешнее электропитающее оборудование подсоединяют к жгуту разъема питания. Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего источника электропитания при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем.
- b) Зарядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.
- c) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1 (для укомплектованного транспортного средства), если тому не препятствует транспортное средство.

#### 6.2.6.3.2.4 Зарядка от внешнего источника электропитания (испытание на компонентах)

Данная процедура применяется к испытанию на компонентах:

- a) Внешнее зарядно-разрядное оборудование подсоединяют к основным клеммам ПЭАС. Функция регулирования пределов заряда испытываемого оборудования должна быть отключена.
- b) Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего зарядно-разрядного оборудования при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем. Зарядку прекращают, когда устройство защиты ПЭАС от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты ПЭАС от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.
- c) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует ПЭАС, при использовании внешнего зарядно-разрядного оборудования.

#### 6.2.6.4 По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

- 6.2.7 Испытание на предмет защиты от чрезмерной разрядки
- 6.2.7.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от чрезмерной разрядки с целью предохранения ПЭАС от любых опасных явлений, вызванных слишком низкой СЗ.
- 6.2.7.2 Оборудование
- Это испытание проводят в обычных условиях эксплуатации с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе. Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытываемом устройстве можно не устанавливать.
- Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытываемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.
- 6.2.7.3 Процедуры
- 6.2.7.3.1 Общие условия испытания
- Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:
- испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре;
  - степень зарядки (СЗ) ПЭАС корректируют таким образом, чтобы она находилась на низком уровне (но в пределах нормального диапазона функционирования) применительно к рекомендованному изготовителем нормальному режиму работы, например, прогону транспортного средства или использованию внешнего зарядного устройства. При наличии возможности обеспечить нормальное функционирование ПЭАС точной корректировки СЗ не требуется;
  - при испытании на транспортном средстве с использованием автомобилей, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии (например, двигателем внутреннего сгорания, топливным элементом и т.д.), заправку топливом производят до уровня, соответствующего практически полному опорожнению, но достаточного для перехода транспортного средства в режим, допускающий движение;
  - в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытываемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.
- 6.2.7.3.2 Разрядка
- При испытании на транспортном средстве процедура разрядки ПЭАС соответствует указанной в пунктах 6.2.7.3.2.1 и 6.2.7.3.2.2. В качестве альтернативы процедура разрядки ПЭАС при таком испытании соответствует указанной в пункте 6.2.7.3.2.3. При испытании на компонентах процедура зарядки соответствует указанной в пункте 6.2.7.3.2.4.
- 6.2.7.3.2.1 Разрядка в процессе прогона транспортного средства
- Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве в режиме, допускающем движение:
- Транспортное средство прогоняют на динамометрическом стенде. Определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – тот режим работы транспортного

средства на динамометре (например, имитация непрерывного движения с установившейся скоростью), при котором мощность разрядки характеризуется настолько постоянной величиной, насколько это практически достижимо.

- b) Осуществляют разрядку ПЭАС путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде в соответствии с подпунктом а) пункта 6.2.7.3.2.1. Прогон транспортного средства на динамометре прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °С за два часа. Если устройство защиты от чрезмерной разрядки не работает или если такого устройства нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.
- c) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.

#### 6.2.7.3.2.2 Разрядка с использованием вспомогательного электрооборудования (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве, проводимым в стационарных условиях:

- a) Транспортное средство переводят в стационарный режим работы, при котором происходит запитка вспомогательного электрооборудования от электрической энергии ПЭАС. Такой режим работы определяют, при необходимости, путем консультаций с изготовителем. Для обеспечения безопасности в ходе испытания допускается использование соответствующих устройств (например, противооткатных башмаков) в целях предотвращения движения транспортного средства.
- b) Осуществляют разрядку ПЭАС за счет включения электрооборудования, систем кондиционирования воздуха, отопления, освещения, аудиовизуальной аппаратуры и т.д., которые могут быть запитаны на условиях, указанных в подпункте а) пункта 6.2.7.3.2.2. Разрядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °С за два часа. Если устройство защиты от чрезмерной разрядки не работает или если такого устройства нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.
- c) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.

#### 6.2.7.3.2.3 Разрядка ПЭАС с использованием разрядного резистора (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к транспортным средствам, по которым изготовитель представляет информацию относительно подключения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее разрядки:

- a) Жгут разъема питания подсоединяют к транспортному средству в соответствии с указаниями изготовителя. Транспортное средство переводят в режим, допускающий движение.

- b) Разрядный резистор подсоединяют к жгуту разъема питания и осуществляют разрядку ПЭАС при скорости разрядки в обычных условиях эксплуатации согласно представленной изготовителем информации. Можно использовать резистор с мощностью разрядки 1 кВт.
  - c) Испытание прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа. Если функция автоматического прерывания разрядки не работает или если такой функции нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.
  - d) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.
- 6.2.7.3.2.4 Разрядка с использованием внешнего оборудования (испытание на компонентах)
- Данная процедура применяется к испытанию на компонентах:
- a) Все соответствующие главные контакторы должны быть замкнуты. Внешнее зарядно-разрядное оборудование подсоединяют к основным клеммам испытываемого устройства.
  - b) Разрядку осуществляют при стабильном токе в пределах нормального рабочего диапазона в соответствии с указанием изготовителя.
  - c) Разрядку продолжают до тех пор, пока испытываемое устройство не прервет (автоматически) ток разряда ПЭАС либо температура испытываемого устройства не стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа. Если функция автоматического прерывания не работает или если такой функции нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока испытываемое устройство не разрядится до 25% от его номинальной емкости.
  - d) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует испытываемое устройство.
- 6.2.7.4 По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 6.2.8 Испытание на предмет защиты от перегрева
- 6.2.8.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка эффективности мер по защите ПЭАС от внутреннего перегрева во время работы. Если в конкретных мерах по защите ПЭАС от выхода на опасный уровень в результате внутреннего перегрева необходимости нет, то такая безопасная работа должна быть подтверждена.
- 6.2.8.2 Испытание можно проводить с использованием ПЭАС в сборе в соответствии с пунктами 6.2.8.3 и 6.2.8.4 или укомплектованного транспортного средства в соответствии с пунктами 6.2.8.5 и 6.2.8.6.

- 6.2.8.3 Оборудование для проведения испытания с использованием ПЭАС в сборе
- 6.2.8.3.1 Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытуемом устройстве можно не устанавливать. Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытуемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.
- 6.2.8.3.2 Если ПЭАС оснащена функцией охлаждения и останется в рабочем состоянии – в плане выдачи своей эксплуатационной мощности – при отказе функции охлаждения, то для целей испытания систему охлаждения отключают.
- 6.2.8.3.3 Во время испытания температуру испытуемого устройства постоянно измеряют внутри корпуса в непосредственной близости от элементов в целях контроля за изменением температуры. Можно использовать бортовые датчики, если таковые имеются, со считыванием показаний сигналов при помощи совместимых инструментальных средств.
- 6.2.8.3.4 ПЭАС помещают в конвекционную печь или климатическую камеру. Если это необходимо для целей проведения испытания, то ПЭАС подсоединяют к остальной системе управления транспортного средства при помощи удлинительных кабелей. Подсоединение внешнего зарядно-разрядного оборудования можно производить под наблюдением изготовителя транспортного средства.
- 6.2.8.4 Порядок проведения испытания с использованием ПЭАС в сборе
- 6.2.8.4.1 В начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания, за исключением системы охлаждения в соответствии с пунктом 6.2.8.3.2.
- 6.2.8.4.2 Испытуемое устройство постоянно заряжают и разряжают при помощи внешнего зарядно-разрядного оборудования током, который позволяет до конца испытания как можно скорее повысить температуру элементов в диапазоне нормальной работы, как это определено изготовителем. В качестве альтернативы зарядку и разрядку можно производить путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде, причем режим прогона определяют в ходе консультаций с изготовителем для обеспечения указанных выше условий.
- 6.2.8.4.3 Температуру в камере или печи постепенно повышают (начиная с  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  или, по просьбе изготовителя, с более высокой температуры), пока она не достигнет значения, определенного в соответствии с пунктом 6.2.8.4.3.1 или 6.2.8.4.3.2 ниже, в зависимости от конкретного случая, а затем поддерживают на уровне, равном этому значению или превышающем его, до конца испытания.
- 6.2.8.4.3.1 Если ПЭАС оснащена защитным устройством, предохраняющим против внутреннего перегрева, то температуру повышают до значения, определенного изготовителем как порог рабочей температуры для такого защитного устройства, с целью обеспечения повышения температуры испытуемого устройства, как это указано в пункте 6.2.8.4.2.
- 6.2.8.4.3.2 Если ПЭАС не оснащена защитным устройством, предохраняющим против внутреннего перегрева, то температуру повышают до максимальной рабочей температуры, указанной изготовителем.

- 6.2.8.4.4 Испытание прекращают, когда наблюдается один из следующих признаков:
- a) испытываемое устройство тормозит и/или ограничивает зарядку и/или разрядку для предотвращения повышения температуры;
  - b) температура испытываемого устройства стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа;
  - c) любое несоблюдение критериев приемлемости, предписанных в пункте 5.4.8.
- 6.2.8.5 Оборудование для проведения испытания с использованием укомплектованного транспортного средства
- 6.2.8.5.1 Если ПЭАС оснащена функцией охлаждения, то для целей испытания и с учетом информации изготовителя систему охлаждения отключают или переводят в режим работы со значительными функциональными ограничениями (в случае ПЭАС, которая не работает при отключенной системе охлаждения).
- 6.2.8.5.2 Во время испытания температуру ПЭАС постоянно измеряют внутри корпуса в непосредственной близости от элементов в целях контроля за изменением температуры; для этого – согласно представленной изготовителем информации – используют бортовые датчики со считыванием показаний сигналов при помощи совместимых инструментальных средств.
- 6.2.8.5.3 В случае транспортных средств, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии, заправку топливом производят до уровня, соответствующего практически полному опорожнению, но достаточного для перехода транспортного средства в режим, допускающий движение.
- 6.2.8.5.4 Транспортное средство минимум на 6 ч помещают в климатическую камеру с контролем температуры на уровне 40–45 °C.
- 6.2.8.6 Порядок проведения испытания с использованием укомплектованного транспортного средства
- 6.2.8.6.1 Транспортное средство постоянно заряжают и разряжают таким образом, чтобы до конца испытания как можно скорее повысить температуру элементов ПЭАС в диапазоне нормальной работы, как это определено изготовителем.
- Зарядку и разрядку производят путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде, причем режим прогона определяют в ходе консультаций с изготовителем для обеспечения указанных выше условий.
- В случае транспортного средства с возможностью зарядки от внешнего источника питания зарядку можно производить с использованием такого внешнего источника питания, если предполагается ускоренное повышение температуры.
- 6.2.8.6.2 Испытание прекращают, когда наблюдается один из следующих признаков:
- a) процедура зарядки и/или разрядки транспортного средства завершена;
  - b) температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за 2 часа;

- c) любое несоблюдение критериев приемлемости, предписанных в пункте 5.4.8;
  - d) с момента начала указанных в пункте 6.2.8.6.1 циклов зарядки/разрядки прошло 3 часа.
- 6.2.9 Испытание на предмет защиты от перегрузки по току
- 6.2.9.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от перегрузки по току в процессе внешней зарядки постоянным током с целью предохранения ПЭАС от любых опасных явлений, вызванных чрезмерно высоким током заряда в соответствии с указанием изготовителя.
- 6.2.9.2 Условия испытания:
- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ;
  - b) степень зарядки (СЗ) ПЭАС корректируют таким образом, чтобы она находилась приблизительно посередине нормального диапазона функционирования применительно к рекомендованному изготовителем нормальному режиму работы, например прогону транспортного средства или использованию внешнего зарядного устройства. При наличии возможности обеспечить нормальное функционирование ПЭАС точной корректировки СЗ не требуется;
  - c) определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – допустимый уровень перегрузки по току (исходя из предположения, что имеет место неисправность внешнего электропитающего оборудования постоянного тока) и допустимое максимальное напряжение (в пределах нормы).
- 6.2.9.3 Испытание на предмет защиты от перегрузки по току проводят в соответствии с пунктом 6.2.9.4 или пунктом 6.2.9.5, в зависимости от конкретного случая, и с учетом представленной изготовителем информации.
- 6.2.9.4 Перегрузка по току при зарядке от внешнего источника электропитания
- Данная процедура применяется к испытанию на транспортном средстве, проводимому с использованием автомобилей, которые могут заряжаться от внешнего источника электропитания постоянного тока:
- a) Для подсоединения внешнего электропитающего оборудования постоянного тока используют входное соединительное устройство на транспортном средстве, предназначенное для зарядки постоянным током. Канал управления зарядом внешнего электропитающего оборудования перенастраивают или блокируют в целях обеспечения возможности перегрузки по току до уровня, определенного путем консультаций с изготовителем.
  - b) Начинают зарядку ПЭАС от внешнего электропитающего оборудования постоянного тока до достижения максимальной штатной силы тока заряда, указанной изготовителем. После этого силу зарядного тока увеличивают через 5-секундные интервалы с максимального штатного значения до уровня перегрузки по току, определенного в соответствии с подпунктом c) пункта 6.2.9.2 выше. Затем зарядку продолжают уже на этом уровне перегрузки по току.

- c) Зарядку прекращают, когда функция защиты транспортного средства от перегрузки по току прерывает ток заряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа.
    - d) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.
- 6.2.9.5 Перегрузка по току при зарядке с использованием жгута разъема питания
 

Данная процедура испытания применяется к транспортным средствам, которые могут заряжаться от внешнего источника электропитания постоянного тока и в отношении которых изготовитель представляет информацию относительно подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее зарядки:

  - a) Жгут разъема питания подсоединяют к транспортному средству в соответствии с указаниями изготовителя.
  - b) Внешнее электропитающее оборудование вместе с источником тока перегрузки подсоединяют через жгут разъема питания и начинают зарядку ПЭАС до достижения максимальной штатной силы тока заряда, указанной изготовителем.
  - c) После этого силу зарядного тока увеличивают через 5-секундные интервалы с максимального штатного значения до уровня перегрузки по току, определенного в соответствии с подпунктом c) пункта 6.2.9.2 выше. Затем зарядку продолжают уже на этом уровне перегрузки по току.
  - d) Зарядку прекращают, когда функция защиты транспортного средства от перегрузки по току прерывает ток заряда или температура испытуемого устройства стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа.
  - e) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 6.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.
- 6.2.9.6 По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 6.2.10 Испытание на механический удар
  - 6.2.10.1 Цель
 

Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС под воздействием инерционных нагрузок, которые могут возникнуть при аварии транспортного средства.
  - 6.2.10.2 Оборудование
  - 6.2.10.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.

6.2.10.2.2 Испытуемое устройство подсоединяют к испытательной арматуре только с помощью соответствующих креплений, предусмотренных для подсоединения ПЭАС или подсистемы ПЭАС к транспортному средству.

6.2.10.3 Процедуры

6.2.10.3.1 Общие условия испытания и требования к испытанию

Испытание проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

6.2.10.3.2 Процедура испытания

Испытуемое устройство замедляют или ускоряют по полосам ускорения, указанным на рис. 14 и в таблице 3 или 4. Изготовитель решает, следует ли проводить испытания в положительном или отрицательном направлении либо в обоих направлениях.

Для каждого из указанных испытательных импульсов можно использовать отдельное испытуемое устройство.

Испытательный импульс должен находиться в пределах минимального и максимального значений, указанных в таблице 3 или 4. Если это рекомендовано изготовителем, то испытуемое устройство может подвергаться более сильному и/или более продолжительному удару, как это указано в таблице 3 или 4 применительно к максимальному значению.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

Рис. 14

#### Обобщенное описание испытательных импульсов

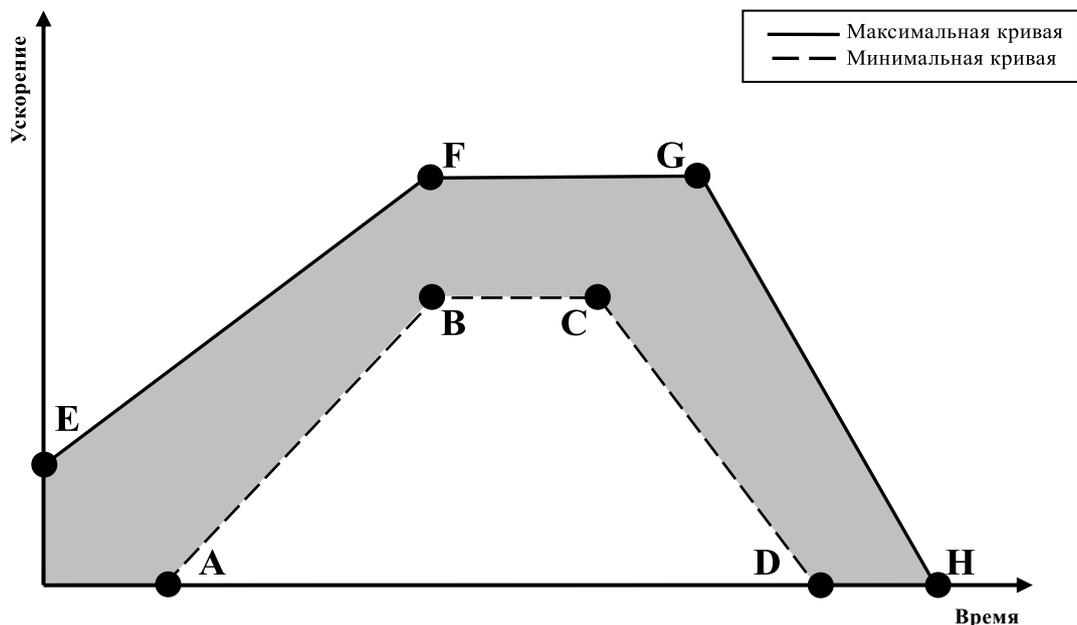


Таблица 3  
**Значения для транспортных средств категории 1-1 и транспортных средств категории 2, имеющих ПМТС  $\leq 3,5$  т**

Точка	Время (мс)	Ускорение (g)	
		продольная составляющая	поперечная составляющая
A	20	0	0
B	50	20	8
C	65	20	8
D	100	0	0
E	0	10	4,5
F	50	28	15
G	80	28	15
H	120	0	0

Таблица 4  
**Значения для транспортных средств категории 1-2 и транспортных средств категории 2, имеющих ПМТС  $> 3,5$  т**

Точка	Время (мс)	Ускорение (g)	
		продольная составляющая	поперечная составляющая
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2,5
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

6.2.11 Испытание на механическую целостность

6.2.11.1 Цель

Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС под воздействием контактных нагрузок, которые могут возникнуть при аварии транспортного средства.

6.2.11.2 Оборудование

6.2.11.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытываемом устройстве можно не устанавливать.

6.2.11.2.2 Испытуемое устройство подсоединяют к испытательной арматуре в соответствии с рекомендациями изготовителя.

## 6.2.11.3 Процедуры

## 6.2.11.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 6.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все внутренние и внешние защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания;
- d) по просьбе изготовителя к испытуемому устройству могут крепиться элементы конструкции кузова транспортного средства, электрзащитные ограждения, кожухи или другие функциональные устройства механической защиты от действия контактной силы, независимо от того, воздействует ли она на ПЭАС снаружи или изнутри. Изготовитель определяет соответствующие части конструкции, используемые для механической защиты ПЭАС. Допускается проведение испытания с ПЭАС, которая устанавливается на этой части конструкции транспортного средства таким образом, чтобы это соответствовало установке на транспортном средстве.

## 6.2.11.3.2 Испытание на прочность

## 6.2.11.3.2.1 Разрушающая сила

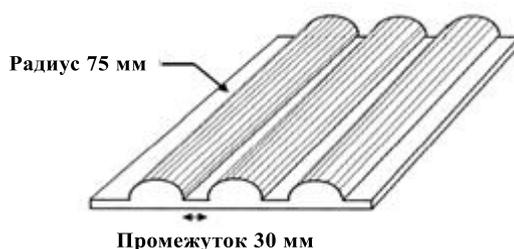
Испытуемое устройство, помещенное между упругой поверхностью и дробильной плитой, показанной на рис. 15, подвергают раздавливанию с использованием силы, равной не менее 100 кН, но не более 105 кН, если пунктом 5.5.2.1 не предусмотрено иное, причем раздавливание продолжается до 3 минут, а время удержания составляет не менее 100 мс, но не более 10 секунд.

По просьбе изготовителя может применяться бóльшая сила, более продолжительное время раздавливания, более продолжительное время удержания или сочетание того и другого.

Решение о том, какая сила должна применяться, принимает изготовитель с учетом направления движения ПЭАС относительно места ее установки в транспортном средстве. Сила прикладывается горизонтально и перпендикулярно к направлению движения ПЭАС.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

Рис. 15  
Размеры дробильной плиты



Размеры дробильной плиты:  
600 мм x 600 мм или меньше

## 7. Транспортные средства большой грузоподъемности – Требования к эффективности

7.1 Требования, предъявляемые к электробезопасности транспортного средства – в условиях эксплуатации

7.1.1 Защита от электрического удара

Настоящие требования в отношении электрической безопасности применяются к высоковольтным шинам в тех случаях, когда они не подключены к внешнему источнику электропитания.

7.1.1.1 Защита от прямого контакта

Части, находящиеся под высоким напряжением, должны соответствовать положениям пунктов 7.1.1.1.1 и 7.1.1.1.2 в плане защиты от прямого контакта. Настоящее требование не распространяется на подводящие соединительные устройства, на которые подается ток только в процессе зарядки ПЭАС, если они расположены на крыше транспортного средства – вне досягаемости для человека, находящегося снаружи транспортного средства. В случае транспортных средств категории 1-2 минимальное расстояние «дотягивания с перегибом» от подножки транспортного средства до зарядных интерфейсов на крыше составляет 3,00 м. При наличии нескольких подножек из-за поднятого пола в транспортном средстве расстояние «дотягивания с перегибом» рассчитывается от самой низкой подножки на входе, как это показано на рис. 16.

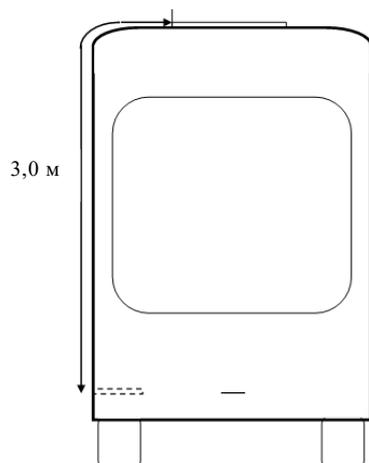
Электрозащитные ограждения, кожухи, твердая изоляция и соединители должны исключать возможность их открытия, разборки или снятия, например, без использования соответствующих инструментов либо без задействования управляемого оператором включающего/выключающего устройства или эквивалентных средств.

Вместе с тем соединители (включая входное соединительное устройство на транспортном средстве) разрешается разъединять без соответствующих инструментов, если они удовлетворяют одному или более из нижеперечисленных требований:

- a) они соответствуют положениям пунктов 7.1.1.1.1 и 7.1.1.1.2 в случае разъединения; либо
- b) они снабжены запорным механизмом (для отделения соединителя от сопрягающего компонента требуется не менее двух различных манипуляций). Кроме того, для обеспечения возможности разъединения соединительного устройства другие компоненты, не являющиеся частью соединителя, должны сниматься только с использованием соответствующих инструментов либо с задействованием управляемого оператором включающего/выключающего устройства или эквивалентных средств; либо
- c) в течение 1 с после разъединения соединительного устройства эффективное значение напряжения частей под напряжением не превышает 60 В для постоянного тока или 30 В для переменного тока.

Рис. 16

**Схематическое изображение порядка измерения расстояния «дотягивания с перегибом»**



- 7.1.1.1.1 Применительно к частям под высоким напряжением, находящимся внутри пассажирского салона или багажного отделения, должна обеспечиваться степень защиты IPXXD.
- 7.1.1.1.2 Применительно к частям под высоким напряжением, находящимся вне пассажирского салона или багажного отделения, должна обеспечиваться степень защиты IPXXB.
- 7.1.1.1.3 Служебный разъединитель  
 Для высоковольтного служебного разъединителя, который можно открыть, разобрать или снять без соответствующих инструментов либо без задействования управляемого оператором включающего/выключающего устройства или эквивалентных средств, в условиях, когда он открыт, разобран или снят в порядке, предусмотренном конструкцией системы, должна обеспечиваться степень защиты IPXXB.
- 7.1.1.1.4 Маркировка
- 7.1.1.1.4.1 В случае ПЭАС, обладающей высоковольтным потенциалом, на ПЭАС или рядом с ней наносят знак, приведенный на рис. 17. Фон знака должен быть желтым, кайма и стрелка должны быть черными.  
 Это требование также применяется к ПЭАС, являющейся элементом гальванически соединенной электрической цепи, в случае которой – независимо от максимального напряжения ПЭАС – не обеспечивается заданное состояние напряжения.

Рис. 17

**Маркировка высоковольтного оборудования**



- 7.1.1.1.4.2 Знак должен быть отчетливо нанесен на защитных кожухах и электрозащитных ограждениях, при снятии которых открывается доступ к находящимся под напряжением частям высоковольтных цепей. Это положение является факультативным для любого соединен-

тельного устройства высоковольтных шин. Данное положение не применяется в случаях:

- a) когда электрoзащитные ограждения или кожухи являются физически недоступными и не могут быть открыты или сняты без снятия других компонентов транспортного средства при помощи соответствующих инструментов либо с задействованием управляемого оператором включающего/выключающего устройства или эквивалентных средств; либо
- b) когда электрoзащитные ограждения или кожухи расположены под полом транспортного средства.

7.1.1.1.4.3 Кабели высоковольтных шин, находящиеся вне защитного кожуха, должны иметь отличительную внешнюю оболочку оранжевого цвета.

7.1.1.2 Защита от непрямого контакта

7.1.1.2.1 Для защиты от электрического удара вследствие непрямого контакта такие незащищенные токопроводящие части, как токопроводящие электрoзащитные ограждения или кожухи, должны быть кондуктивно и надежно соединены с электрической массой посредством соединения с электрическим кабелем или кабелем заземления, сварного или болтового соединения и т.д. во избежание появления опасных потенциалов.

7.1.1.2.2 Сопротивление между всеми незащищенными токопроводящими частями и электрической массой при силе тока не менее 0,2 А должно быть ниже 0,1 Ом.

Сопротивление между любыми двумя одновременно достигаемыми незащищенными токопроводящими частями электрoзащитных ограждений, разнесенными на расстояние меньше 2,5 м, не должно превышать 0,2 Ом. Это сопротивление можно рассчитать по отдельно измеренным значениям сопротивления соответствующих участков электрической цепи.

Настоящее требование считается соблюденным, если соединение выполнено методом сварки. При возникновении сомнений или в случае соединения, выполненного другим способом, помимо сварки, измерения проводят с использованием одной из процедур испытания, описанных в пункте 8.1.4.

7.1.1.2.3 В случае автотранспортных средств, подключаемых с помощью подводящего соединения к заземленному внешнему источнику электропитания, предусматривают устройство, обеспечивающее кондуктивное соединение электрической массы с «землей».

Это устройство должно обеспечивать соединение с «землей», прежде чем напряжение с внешнего источника электропитания будет подано на транспортное средство, и сохранять его до тех пор, пока подача напряжения на транспортное средство с внешнего источника электропитания не будет прекращена.

Соблюдение этого требования может быть продемонстрировано либо посредством использования соединительного устройства, указанного изготовителем транспортного средства, либо путем визуального осмотра или при помощи чертежей.

Изложенные выше требования применяются к транспортным средствам только при зарядке от стационарного специализированного пункта подзарядки при помощи жгута проводов максимальной длины, подсоединяемого к соединительному разъему на транс-

портном средстве, снабженному штекером и входным соединительным устройством.

#### 7.1.1.2.4 Сопротивление изоляции

Настоящий пункт не применяют к электрическим цепям, гальванически соединенным друг с другом, в случае которых элемент этих цепей, работающий от постоянного тока, соединен с электрической массой и обеспечивается заданное состояние напряжения.

##### 7.1.1.2.4.1 Электрический привод, содержащий отдельные электрические шины постоянного и переменного тока

Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно изолированы друг от друга, то сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения для шин постоянного тока и минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения для шин переменного тока.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 8.1.1.

##### 7.1.1.2.4.2 Электрический привод, содержащий комбинированные электрические шины постоянного и переменного тока

Если высоковольтные шины переменного тока и высоковольтные шины постоянного тока кондуктивно соединены друг с другом, то сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 500 Ом/В рабочего напряжения.

Вместе с тем сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно иметь минимальное значение 100 Ом/В рабочего напряжения, если все высоковольтные шины переменного тока защищены одним из двух указанных ниже способов:

- a) наличие по крайней мере двух либо более слоев твердой изоляции, электроразличительных ограждений или кожухов, которые удовлетворяют требованиям пункта 7.1.1.1 независимо друг от друга, например для жгута проводов; или
- b) наличие таких механически прочных защитных средств, обладающих достаточной износоустойчивостью на протяжении всего срока эксплуатации транспортного средства, как картер двигателя, контейнеры электронных преобразователей или соответствующие соединители.

Сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой может быть продемонстрировано посредством расчета, измерения или сочетания этих двух методов.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 8.1.1.

##### 7.1.1.2.4.3 Транспортные средства на топливных элементах

В транспортных средствах на топливных элементах высоковольтные шины постоянного тока снабжают бортовой системой контроля за сопротивлением изоляции с сигнальным устройством, предупреждающим водителя о падении уровня сопротивления изоляции ниже минимального предписанного значения, составляющего 100 Ом/В. Надлежащее функционирование бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции подтверждают в соответствии с пунктом 8.1.2.

Сопротивление изоляции между высоковольтной шиной соединительной системы для зарядки ПЭАС, которая находится под напря-

жением только в процессе зарядки ПЭАС, и электрической массой контролировать не требуется.

#### 7.1.1.2.4.4 Требование в отношении сопротивления изоляции соединительной системы для зарядки ПЭАС

В случае если подводящее соединительное устройство на транспортном средстве рассчитано на соединение с внешним источником электропитания переменного тока и электрической цепью, кондуктивно соединенной с подводящим соединительным устройством на транспортном средстве в ходе зарядки ПЭАС, сопротивление изоляции между высоковольтной шиной и электрической массой должно – при отсоединенном соединительном разъеме на транспортном средстве и измерении сопротивления изоляции на находящихся под высоким напряжением частях (контактах) подводящего соединительного устройства на транспортном средстве – соответствовать требованиям пункта 7.1.1.2.4.1. В ходе измерения ПЭАС может быть отключена.

Измерение проводят в соответствии с пунктом 8.1.1.

#### 7.1.1.3 Защита от воздействия влаги

Смачивание транспортных средств водой (например, мойка автомобилей, пересечение участков со стоячей водой) не должно негативно сказываться на сопротивлении изоляции. Настоящий пункт не применяют к электрическим цепям, гальванически соединенным друг с другом, в случае которых элемент этих цепей, работающий от постоянного тока, соединен с электрической массой и обеспечивается заданное состояние напряжения.

##### 7.1.1.3.1 Изготовитель транспортного средства может отдать предпочтение соблюдению требований, изложенных либо в пункте 7.1.1.3.2, либо в пункте 7.1.1.3.3.

##### 7.1.1.3.2 Изготовители транспортных средств представляют регулируемому или проводящему испытания органу, в зависимости от конкретного случая, свидетельства и/или документацию относительно состояния безопасности электрооборудования или компонентов транспортного средства, находящихся за пределами пассажирского салона либо прикрепленных извне, после воздействия на них влаги, а также относительно того, соответствуют ли они требованиям, приведенным в приложении 2. Если же представленные свидетельства и/или документация не являются удовлетворительными, то регулирующий или проводящий испытания орган, в зависимости от конкретного случая, предписывает изготовителю провести физическое испытание соответствующего компонента на основе технических требований, аналогичных приведенным в приложении 2.

##### 7.1.1.3.3 Если испытание проводят с соблюдением процедур, указанных в пункте 8.1.5, то непосредственно после каждого смачивания водой все еще влажное транспортное средство должно успешно пройти испытание на сопротивление изоляции по пункту 8.1.1 и должны быть соблюдены приведенные в пункте 7.1.1.2.4 требования в отношении сопротивления изоляции. Кроме того, после 24-часовой паузы повторно проводят указанное в пункте 8.1.1 испытание изоляции на сопротивление, причем должны быть соблюдены приведенные в пункте 7.1.1.2.4 требования в отношении сопротивления изоляции.

Для испытания отбирается репрезентативное транспортное средство, и позитивный результат испытания по этому транспортному средству служит доказательством соответствия по всем разновид-

ностям транспортных средств при условии, что ПЭАС и установка ПЭАС на транспортном средстве являются одинаковыми.

- 7.1.1.3.4 В качестве альтернативы требованиям, изложенным в пункте 7.1.1.3.1, Договаривающиеся стороны могут отдать предпочтение нижеследующему требованию.

Если предусмотрена система контроля за сопротивлением изоляции, то в случае, когда значение сопротивления изоляции оказывается ниже предписанного согласно требованиям пункта 7.1.1.2.4, для водителя подается предупреждающий сигнал. Надлежащее функционирование бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции подтверждают в соответствии с предписаниями пункта 8.1.2.

- 7.1.2 Функциональная безопасность

- 7.1.2.1 Всякий раз, когда транспортное средство после запуска силовой установки вручную впервые переходит в «режим, допускающем движение», для водителя должен подаваться по крайней мере единовременный сигнал.

Вместе с тем это положение не применяется в тех случаях, когда тяга для транспортного средства после запуска прямо или косвенно обеспечивается двигателем внутреннего сгорания.

- 7.1.2.2 Водитель, покидающий транспортное средство, должен четко оповещаться соответствующим сигналом (например, оптическим или звуковым), если транспортное средство все еще находится в режиме, допускающем движение.

- 7.1.2.3 Для водителя должно быть четко указано положение регулятора направления движения.

- 7.1.2.4 Если ПЭАС может заряжаться от внешнего источника, должна быть исключена возможность приведения транспортного средства в движение его собственной силовой установкой, пока соединительное устройство внешнего источника электропитания физически соединено с подводным соединительным устройством на транспортном средстве.

Соблюдение этого требования демонстрируют посредством использования соединительного устройства, указанного изготовителем транспортного средства.

Изложенное выше требование применяется к транспортным средствам только при зарядке от стационарного специализированного пункта подзарядки при помощи жгута проводов максимальной длины, подсоединяемого к соединительному разъему на транспортном средстве, снабженному штекером и входным соединительным устройством.

- 7.2 Требования в отношении установки перезаряжаемой энергоаккумулирующей системы (ПЭАС) на транспортном средстве и ее функциональности

- 7.2.1 Установка ПЭАС на транспортном средстве

Применительно к установке ПЭАС на транспортном средстве должно обеспечиваться соблюдение требования либо пункта 7.2.1.1, либо пункта 7.2.1.2.

- 7.2.1.1 ПЭАС должна отвечать соответствующим требованиям пункта 7.3 с учетом условий ее установки на транспортных средствах конкретного типа.

- 7.2.1.2 ПЭАС, которая отвечает требованиям пункта 7.3 вне зависимости от типа транспортных средств, устанавливаются на транспортном средстве в соответствии с указаниями изготовителя ПЭАС.
- 7.2.2 Предупреждение об эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС
- В тех случаях, когда транспортное средство находится в режиме, допускающем движение, при эксплуатационном отказе органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС, на транспортном средстве должен подаваться предупреждающий сигнал для водителя. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:
- 7.2.2.1 схему системы, на которой указываются все органы управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. На схеме должны быть указаны те компоненты, которые используются для генерирования предупреждающего сигнала в случае эксплуатационного отказа органов управления транспортного средства, отвечающих за выполнение одной или нескольких основных функций;
- 7.2.2.2 письменное разъяснение с описанием основного назначения органов управления транспортного средства, от которых зависит безопасное функционирование ПЭАС. Разъяснение должно сопровождаться четким указанием компонентов системы управления транспортного средства, описанием их функций и возможностей в плане задания режима работы ПЭАС, а также соответствующей логической диаграммой и описанием условий, при которых должна инициироваться подача предупреждающего сигнала.
- В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в заведенном состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.
- Этот контрольный сигнал должен включаться в порядке проверки работы лампочки либо в том случае, когда ключ запуска силовой установки установлен в положение «On» («Вкл.»), либо когда он установлен в положении между «On» («Вкл.») и «Start» («Пуск»), которое предусмотрено изготовителем в качестве контрольного положения. Данное требование не применяется к контрольным сигналам или текстовым сообщениям, установленным в общем пространстве/выводимым в общее пространство.
- 7.2.3 Предупреждение о тепловом явлении в ПЭАС
- В тех случаях, когда транспортное средство находится в режиме, допускающем движение, при любом тепловом явлении в ПЭАС (как оно определено изготовителем), на транспортном средстве должен подаваться предупреждающий сигнал для водителя. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:

- 7.2.3.1 перечень параметров (например, температура, скорость ее возрастания, степень зарядки (СЗ), падение напряжения, сила электрического тока и проч.) с указанием соответствующих пороговых уровней, свидетельствующих о тепловом явлении, при наличии которого инициируется подача предупреждающего сигнала;
- 7.2.3.2 схему системы и письменное разъяснение с указанием соответствующих датчиков и описанием функции органов управления транспортного средства в плане задания режима работы ПЭАС в случае теплового явления.
- В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в зажатом состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.
- Этот контрольный сигнал предупреждения должен включаться в порядке проверки работы лампочки либо в том случае, когда ключ запуска силовой установки установлен в положение «On» («Вкл.»), либо когда он установлен в положении между «On» («Вкл.») и «Start» («Пуск»), которое предусмотрено изготовителем в качестве контрольного положения. Данное требование не применяется к оптическим сигналам или текстовым сообщениям, установленным в общем пространстве/выводимым в общее пространство.
- 7.2.4 Предупреждение о низком запасе энергии в ПЭАС
- В случае АЭМ (транспортных средств, в которых источником питания силовой установки является только ПЭАС) при уменьшении степени зарядки ПЭАС до определенного уровня водителю подается предупреждающий сигнал. Руководствуясь инженерной оценкой, изготовитель определяет тот минимально необходимый запас энергии ПЭАС, при котором впервые подается предупреждающий сигнал для водителя.
- В случае визуального предупреждения контрольный сигнал в зажатом состоянии должен быть достаточно ярким для того, чтобы водитель мог видеть его как в дневное, так и в ночное время в условиях управления транспортным средством, когда глаза водителя адаптируются к окружающим условиям освещения дороги.
- 7.3 Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС – в условиях эксплуатации
- 7.3.1 Общий принцип
- Проверку выполнения требований пунктов 7.3.2–7.3.12 осуществляют при помощи методов, изложенных в пункте 8.2.
- 7.3.2 Вибрация
- Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.2.
- Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.
- Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытываемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытываемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.3 Термический удар и циклическое изменение температуры

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.3.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.4 Огнестойкость

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.4.

Это испытание требуется для ПЭАС, содержащей легковоспламеняющийся электролит.

Данное испытание не требуется, если ПЭАС, установленная в транспортном средстве, монтируется таким образом, что расстояние между самой низкой поверхностью корпуса ПЭАС и грунтом составляет более 1,5 м. По усмотрению изготовителя это испытание может быть проведено, если расстояние между нижней поверхностью корпуса ПЭАС и грунтом превышает 1,5 м. Испытание проводят на одном образце.

Во время испытания испытуемое устройство не должно обнаруживать никаких признаков взрыва.

### 7.3.5 Защита от внешнего короткого замыкания

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.5.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Должно сработать устройство защиты ПЭАС от короткого замыкания, прерывающее ток короткого замыкания, или температура, измеренная на корпусе испытуемого устройства или ПЭАС, должна стабилизироваться таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа после наложения закоротки.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.6 Защита от избыточной зарядки

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.6.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.7 Защита от чрезмерной разрядки

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.7.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.8 Защита от перегрева

Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.8.

Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, разрыва (применительно только к высоковольтной ПЭАС), стравливания (в случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа), огня или взрыва.

Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода. Признаки стравливания проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства.

Сопротивление изоляции высоковольтной ПЭАС, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 8.1.1, должно быть не менее 100 Ом/В.

### 7.3.9 Зарезервировано.

### 7.3.10 Термическая защита

Для подтверждения того, что транспортное средство обеспечивает возможность контролирования и надлежащего регулирования работы ПЭАС на пределе границ безопасности ПЭАС по низким температурам, изготовители транспортных средств по запросу регулируют

ющего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, представляют следующую документацию/следующие сведения с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:

- a) схему системы;
- b) письменное разъяснение с указанием нижней температурной границы безопасного функционирования ПЭАС;
- c) метод определения температуры ПЭАС;
- d) меры на случай, когда температура ПЭАС достигает нижней границы безопасного функционирования ПЭАС либо переходит ее.

- 7.3.11 Контроль сброса газов, выделяемых ПЭАС
- 7.3.11.1 При работе транспортного средства, в том числе в условиях наличия неисправности, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию любых опасных факторов среды, обусловленных выбросами из ПЭАС.
- 7.3.11.2 В случае тяговой батареи открытого типа соблюдение требования пункта 7.3.11.1 проверяют путем испытания, проводимого по нижеописанной процедуре.
- 7.3.11.2.1 Испытание проводят в соответствии с методом, описанным в приложении 1 к настоящим Правилам. Отбор и анализ проб водорода осуществляют в соответствии с предписанными методами. Другие методы анализа могут быть одобрены в том случае, если доказано, что они позволяют получить эквивалентные результаты.
- 7.3.11.2.2 В процессе обычной процедуры зарядки в условиях, указанных в приложении 1, уровень выбросов водорода должен быть ниже 125 г в течение 5 ч или ниже  $25 \times t_2$  г в течение  $t_2$  (в часах), где  $t_2$  – это время избыточной зарядки при постоянной силе тока.
- 7.3.11.2.3 В процессе зарядки, осуществляемой с использованием зарядного устройства, обнаруживающего сбой в работе (условия указаны в приложении 1), уровень выбросов водорода должен быть ниже 42 г. Кроме того, продолжительность такого возможного сбоя зарядного устройства должна ограничиваться периодом в 30 минут.
- 7.3.11.3 В случае ПЭАС, не относящейся к тяговой батарее открытого типа, требование пункта 7.3.11.1 считается выполненным, если соблюдены все требования, предъявляемые к испытаниям по следующим пунктам: 8.2.2 (вибрация), 8.2.3 (термический удар и циклическое изменение температуры), 8.2.5 (защита от внешнего короткого замыкания), 8.2.6 (защита от избыточной зарядки), 8.2.7 (защита от чрезмерной разрядки), 8.2.8 (защита от перегрева) и 8.2.9 (защита от перегрузки по току).
- 7.3.12 Тепловое рассеяние
- В случае транспортных средств с ПЭАС, содержащей легковоспламеняющийся электролит, водитель и пассажиры транспортного средства не должны подвергаться воздействию любых опасных факторов среды, обусловленных тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента. С этой целью

должно обеспечиваться выполнение требований пунктов 7.3.12.1 и 7.3.12.2<sup>3</sup>.

- 7.3.12.1 На транспортном средстве должны быть предусмотрены средства заблаговременного аварийного предупреждения для обеспечения возможности эвакуации или 5-минутного периода времени до возникновения внутри пассажирского салона такой опасной ситуации, обусловленной тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента, как пожар, взрыв или задымление. Это требование считают выполненным, если в результате теплового рассеяния не возникает ситуация, чреватая опасностью для водителя и пассажиров транспортного средства. Характеристики сигнала такого предупреждения должны соответствовать указанным в пункте 7.2.3.2. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовитель транспортных средств представляет следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства:
- 7.3.12.1.1 перечень параметров (например, температура, напряжение или сила электрического тока), в зависимости от значения которых инициируется подача предупреждающего сигнала;
- 7.3.12.1.2 описание системы предупреждения.
- 7.3.12.2 Конструкцией топливного элемента, ПЭАС или транспортного средства должны предусматриваться функции или свойства, призванные обеспечить защиту водителя и пассажиров транспортного средства (как указано в пункте 7.3.12) при возникновении ситуаций, обусловленных тепловым рассеянием, причиной которого является внутреннее короткое замыкание с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента. По запросу регулирующего или проводящего испытания органа и в той мере, в какой это необходимо, изготовители транспортных средств представляют следующую документацию с развернутым описанием характеристик безопасности определенной системы или подсистемы транспортного средства (см. также пункт 196 в разделе E части I):
- 7.3.12.2.1 анализ снижения степени риска, проведенный с использованием методики, установленной соответствующими отраслевыми стандартами (например, IEC 61508, MIL-STD 882E, ISO 26262, ГПАП АТПО, анализ отказов по SAE J2929 или аналогичные стандарты), где дается обстоятельная оценка риска, которому подвергаются водитель и пассажиры транспортного средства в результате теплового рассеяния по причине внутреннего короткого замыкания с последующим тепловым пробоем отдельного топливного элемента, а также документально обосновывается возможность уменьшения риска за счет обеспечения конкретных функций или свойств;
- 7.3.12.2.2 схему системы с указанием всех соответствующих физических систем и компонентов, под которыми понимаются системы и компоненты, способствующие защите лиц, находящихся в транспортном средстве, от опасных последствий, обусловленных тепловым рассеянием в результате теплового пробоя отдельного топливного элемента;

<sup>3</sup> В тех регионах, где применяется процедура проведения испытания на официальное утверждение типа, изготовитель отвечает за достоверность, объективность и целостность представленной документации, неся всю полноту ответственности за безопасность водителя и пассажиров и их защиту от неблагоприятных последствий теплового рассеяния, обусловленного внутренним коротким замыканием. В тех же регионах, где применяется процедура самосертификации, ответственность автоматически возлагается на изготовителя.

- 7.3.12.2.3 диаграмму, показывающую принцип работы соответствующих систем и компонентов, с указанием всех функций или свойств, способствующих уменьшению степени риска.
- 7.3.12.2.4 По каждой конкретной функции/каждому конкретному свойству, способствующим уменьшению степени риска, представляют:
- 7.3.12.2.4.1 описание принципа действия;
- 7.3.12.2.4.2 четкое обозначение физической системы или физического компонента, реализующей(его) данную функцию;
- 7.3.12.2.4.3 один или несколько из перечисленных ниже технических документов (касающихся конструкционного решения), свидетельствующих об эффективности функции по уменьшению степени риска:
- а) протоколы проведенных испытаний с указанием использованных процедур, условий проведения и полученных результатов;
  - б) методика проведения анализа или утвержденного имитационного моделирования и полученные результаты.
- 7.4 Требования, предъявляемые к безопасности ПЭАС в условиях моделирования инерционной нагрузки
- 7.4.1 Механический удар
- Испытание проводят в соответствии с пунктом 8.2.10.
- Во время испытания не должно быть выявлено никаких признаков утечки электролита, огня или взрыва.
- Признаки утечки электролита проверяют путем визуального осмотра без разборки какой-либо части испытуемого устройства. Проверку ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания при необходимости проводят с использованием соответствующего метода.
- Для проверки ПЭАС на предмет любой утечки электролита после испытания на систему физической защиты (корпус) при необходимости может наноситься надлежащий слой краски. Если изготовитель не указывает метод, позволяющий проводить различие между утечкой различных жидкостей, то утечку всех жидкостей рассматривают в качестве утечки электролита.
- После проведения испытания испытуемое устройство должно удерживаться его крепежной арматурой, а его компоненты должны оставаться внутри его контуров.
- В случае высоковольтной ПЭАС сопротивление изоляции испытуемого устройства, измеренное после испытания в соответствии с пунктом 7.2.1, должно обеспечиваться на уровне не менее 100 Ом/В для всей ПЭАС или же для испытуемого устройства – при оценке согласно пункту 8.1.3 – должен обеспечиваться уровень защиты IPXXB.

## **8. Транспортные средства большой грузоподъемности – Процедуры испытаний**

- 8.1 Процедуры испытаний для оценки электробезопасности
- 8.1.1 Метод измерения сопротивления изоляции
- 8.1.1.1 Общие положения
- Сопротивление изоляции для каждой высоковольтной шины транспортного средства измеряют либо определяют посредством расчета

с использованием измеренных значений по каждой части или составному элементу высоковольтной шины.

#### 8.1.1.2 Метод измерения

Измерение сопротивления изоляции проводят на основе использования соответствующего метода измерения, выбранного из числа методов, указанных в пунктах 8.1.1.2.1–8.1.1.2.2, в зависимости от величины электрического заряда частей под напряжением или сопротивления изоляции.

Приемлемой альтернативой описанной ниже процедуре определения сопротивления изоляции могут служить измерения при помощи мегомметра или осциллографа. В таком случае, возможно, понадобится отключить бортовую систему контроля за сопротивлением изоляции.

Диапазон измерений в электрической цепи определяют заранее на основе использования схем электрической цепи. Если высоковольтные шины кондуктивно изолированы друг от друга, то сопротивление изоляции измеряют для каждой электрической цепи.

Если рабочее напряжение испытываемого устройства ( $V_b$ , рис. 18) не может быть измерено (например, из-за отключения электрической цепи в результате срабатывания главных контакторов или предохранителя), то испытание может быть проведено с помощью модифицированного испытываемого устройства, позволяющего измерить внутренние напряжения (до главных контакторов).

Кроме того, могут быть внесены такие изменения, необходимые для измерения сопротивления изоляции, как снятие защитных элементов для получения доступа к частям под напряжением, подключение проводов измерительной аппаратуры и внесение изменений в программное обеспечение.

В тех случаях, когда в связи с функционированием бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции измеренные значения нестабильны, могут быть внесены определенные изменения, необходимые для проведения измерений, за счет прекращения функционирования соответствующего устройства или его снятия. Кроме того, если соответствующее устройство снято, для доказательства того, что сопротивление изоляции между частями под напряжением и электрической массой остается неизменным, используют комплект чертежей.

Эти изменения не должны влиять на результаты испытания.

Во избежание короткого замыкания и электрического удара необходимо проявлять исключительную осторожность, поскольку для целей такого подтверждения может потребоваться непосредственное включение высоковольтной цепи.

##### 8.1.1.2.1 Метод измерения с использованием внешних источников постоянного тока

###### 8.1.1.2.1.1 Измерительный прибор

Используют прибор для испытания изоляции на сопротивление, способный создавать напряжение постоянного тока, превышающее рабочее напряжение высоковольтной шины.

###### 8.1.1.2.1.2 Метод измерения

Прибор для испытания изоляции на сопротивление подключают между частями под напряжением и электрической массой. Затем измеряют сопротивление изоляции с подачей напряжения постоянного тока, составляющего, по крайней мере, половину рабочего напряжения высоковольтной шины.

Если система имеет несколько диапазонов напряжения (например, в связи с наличием промежуточного преобразователя) в кондуктивно соединенной цепи и если некоторые компоненты не могут выдерживать рабочее напряжение всей цепи, то сопротивление изоляции между этими компонентами и электрической массой может измеряться отдельно с подачей, по крайней мере, половины их собственного рабочего напряжения, причем данные компоненты отключают.

8.1.1.2.2 Метод измерения с использованием собственной ПЭАС транспортного средства в качестве источника постоянного тока

8.1.1.2.2.1 Условия, касающиеся испытуемого транспортного средства

На высоковольтную шину подается напряжение от собственной ПЭАС и/или системы преобразования энергии транспортного средства, при этом уровень напряжения ПЭАС и/или системы преобразования энергии на всем протяжении испытания должен, по крайней мере, соответствовать номинальному рабочему напряжению, указанному изготовителем транспортного средства.

8.1.1.2.2.2 Измерительный прибор

Вольтметр, используемый в ходе этого испытания, должен измерять значения напряжения постоянного тока и иметь внутреннее сопротивление не менее 10 МОм.

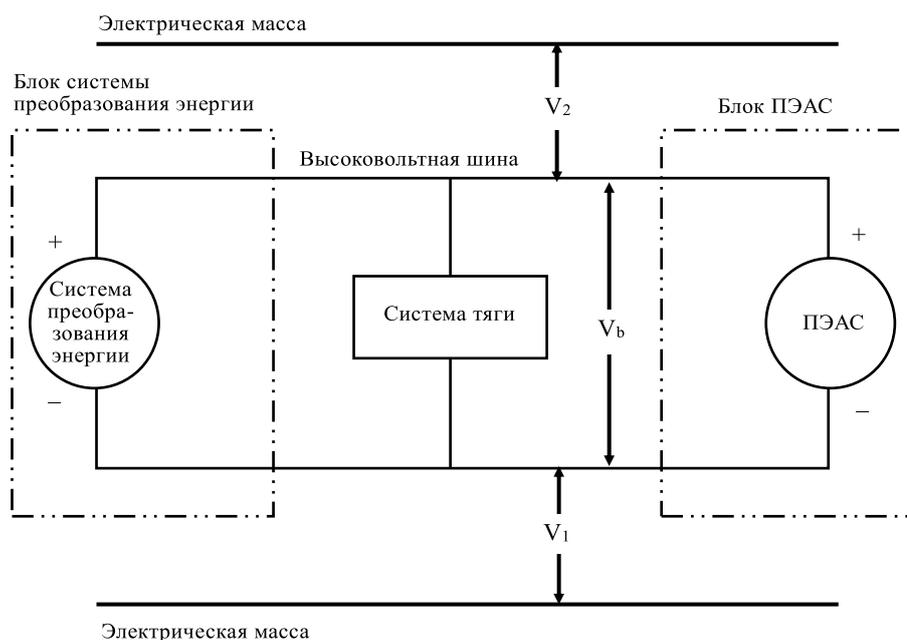
8.1.1.2.2.3 Метод измерения

8.1.1.2.2.3.1 Первый этап

Проводят измерение напряжения, как показано на рис. 18, и регистрируют значение напряжения высоковольтной шины ( $V_b$ ). Значение  $V_b$  должно быть не ниже значения номинального рабочего напряжения ПЭАС и/или системы преобразования энергии, указанного изготовителем транспортного средства.

Рис. 18

#### Измерение значений $V_b$ , $V_1$ , $V_2$



## 8.1.1.2.2.3.2 Второй этап

Измеряют и регистрируют значение напряжения ( $V_1$ ) между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 18).

## 8.1.1.2.2.3.3 Третий этап

Измеряют и регистрируют значение напряжения ( $V_2$ ) между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 18).

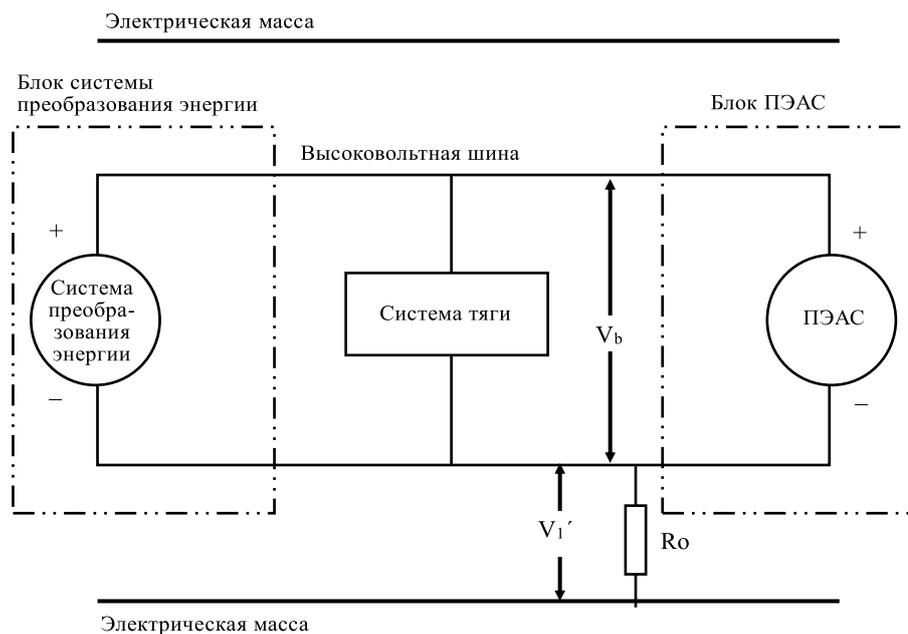
## 8.1.1.2.2.3.4 Четвертый этап

Если значение  $V_1$  превышает значение  $V_2$  или равно ему, то между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой помещают стандартное сопротивление известной величины ( $R_0$ ). После установки  $R_0$  измеряют напряжение ( $V_1'$ ) между отрицательным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 19).

Уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$R_i = R_0 \cdot (V_b/V_1' - V_b/V_1) \text{ или } R_i = R_0 \cdot V_b \cdot (1/V_1' - 1/V_1)$$

Рис. 19

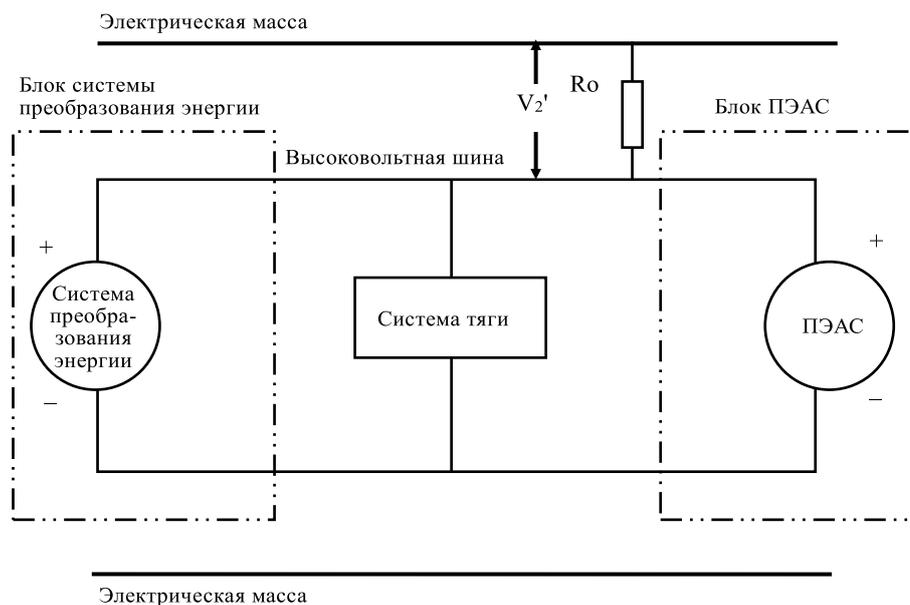
Измерение значения  $V_1'$ 

Если значение  $V_2$  превышает значение  $V_1$ , то между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой помещают стандартное сопротивление известной величины ( $R_0$ ). После установки  $R_0$  измеряют напряжение ( $V_2'$ ) между положительным полюсом высоковольтной шины и электрической массой (см. рис. 20). Вычисляют уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) по указанной ниже формуле. Это значение уровня электрической изоляции (в омах) делят на значение номинального рабочего напряжения высоковольтной шины (в вольтах).

Уровень электрической изоляции ( $R_i$ ) рассчитывают по следующей формуле:

$$R_i = R_0 \cdot (V_b/V_2' - V_b/V_2) \text{ или } R_i = R_0 \cdot V_b \cdot (1/V_2' - 1/V_2)$$

Рис. 20  
Измерение значения  $V_2'$



#### 8.1.1.2.2.3.5 Пятый этап

Уровень электрической изоляции  $R_i$  (в омах), деленный на значение рабочего напряжения высоковольтной шины (в вольтах), дает значение сопротивления изоляции (в Ом/В).

(Примечание 1: Стандартное сопротивление известной величины  $R_o$  (в омах) должно соответствовать значению минимального требуемого сопротивления изоляции (в Ом/В), помноженному на значение рабочего напряжения транспортного средства  $\pm 20\%$  (в вольтах). Точного соответствия  $R_o$  этому значению не требуется, поскольку формулы действительны для любых значений  $R_o$ ; вместе с тем значение  $R_o$  в данном диапазоне должно обеспечивать возможность для измерения напряжения с хорошим разрешением.)

#### 8.1.2 Метод подтверждения надлежащего функционирования бортовой системы контроля за сопротивлением изоляции

Бортовые системы контроля за сопротивлением изоляции, указанные в пункте 7.1.1.2.4.3 применительно к транспортным средствам на топливных элементах и в пункте 7.1.1.3.4 – применительно к защите от воздействия влаги, подвергаются испытанию по следующей процедуре:

- при помощи системы контроля за сопротивлением изоляции определяют сопротивление изоляции,  $R_i$ , электрического привода с использованием процедуры, изложенной в пункте 8.1.1;
- если минимальное значение сопротивления изоляции, требуемое согласно пункту 7.1.1.2.4.1 или 7.1.1.2.4.2, составляет 100 Ом/В, то между положительной клеммой электрического привода и электрической массой помещают резистор с сопротивлением  $R_o$ . Величина  $R_o$  резистора должна быть такой, чтобы обеспечивалось следующее соотношение:

$$1/(1/(95xV) - 1/R_i) \leq R_o < 1/(1/(100xV) - 1/R_i),$$

где  $V$  – рабочее напряжение электрического привода;

- если минимальное значение сопротивления изоляции, требуемое согласно пункту 7.1.1.2.4.1 или 7.1.1.2.4.2, составляет

500 Ом/В, то между положительной клеммой электрического привода и электрической массой помещают резистор с сопротивлением  $R_0$ . Величина  $R_0$  резистора должна быть такой, чтобы обеспечивалось следующее соотношение:

$$1/(1/(475 \times V) - 1/R_i) \leq R_0 < 1/(1/(500 \times V) - 1/R_i),$$

где  $V$  – рабочее напряжение электрического привода.

- 8.1.3 Защита от прямого контакта с частями под напряжением
- 8.1.3.1 Щупы для проверки вероятности прикосновения
- Щупы для проверки вероятности прикосновения, служащие для определения степени защиты от прикосновения к частям под напряжением, указаны в таблице 5.
- 8.1.3.2 Условия проведения испытаний
- Щуп для проверки вероятности прикосновения проталкивают в любое из отверстий кожуха с силой, указанной в таблице 5. Если он проходит внутрь частично или полностью, то его устанавливают в каждом из возможных положений. При этом полное проникновение через это отверстие ограничителя щупа ни в коем случае не допускается.
- Внутренние электрзащитные ограждения считаются частью кожуха.
- Внутри электрзащитного ограждения или кожуха между щупом и частями, находящимися под напряжением, при необходимости последовательно подсоединяют источник питания низкого напряжения (не менее 40 В и не более 50 В) с подходящей лампой.
- К подвижным частям оборудования, находящегося под высоким напряжением, следует также применять метод сигнальной цепи.
- В тех случаях, когда это возможно, допускается медленное движение внутренних подвижных частей.
- 8.1.3.3 Условия допущения
- Щуп для проверки вероятности прикосновения не должен соприкасаться с частями, находящимися под напряжением.
- Если соблюдение этого требования проверяют с помощью сигнальной цепи между щупом и частями, находящимися под напряжением, лампа не должна загораться.
- В случае испытания для проверки степени защиты, соответствующей IPXXB, шарнирный испытательный штырь может проникать внутрь на глубину 80 мм, но ограничитель щупа (диаметром 50 мм x 20 мм) не должен проходить через отверстие. Каждый из двух шарниров испытательного штыря, начиная с прямого положения, последовательно сгибают до угла 90° по отношению к оси прилегающей части штыря и устанавливают в каждом из возможных положений.
- В случае испытания для проверки степени защиты, соответствующей IPXXD, щуп для проверки вероятности прикосновения может проталкиваться на всю его длину, но ограничитель не должен полностью проходить через отверстие.

Таблица 5  
**Щупы для проверки вероятности прикосновения, используемые в испытаниях для защиты людей от прикосновения к опасным частям**

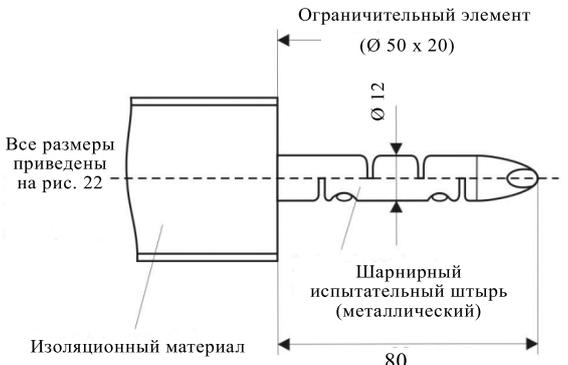
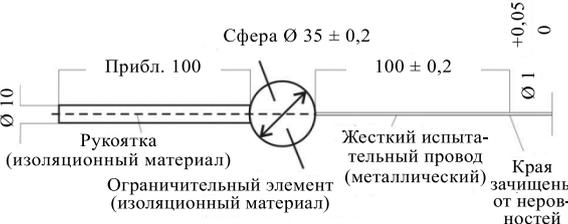
Первая цифра	Дополнительная буква	Щуп для проверки вероятности прикосновения (размеры в мм)	Сила, прилагаемая в ходе испытаний
2	В	<p align="center"><b>Шарнирный испытательный штырь</b></p>  <p>Ограничительный элемент (Ø 50 x 20)</p> <p>Ø 12</p> <p>Шарнирный испытательный штырь (металлический)</p> <p>80</p> <p>Изоляционный материал</p> <p>Все размеры приведены на рис. 22</p>	10 Н ± 10%
4, 5, 6	D	<p align="center"><b>Испытательный провод: диаметр – 1,0 мм, длина – 100 мм</b></p>  <p>Сфера Ø 35 ± 0,2</p> <p>Прибл. 100</p> <p>100 ± 0,2</p> <p>Ø 10</p> <p>Ø 1</p> <p>Ручьятка (изоляционный материал)</p> <p>Ограничительный элемент (изоляционный материал)</p> <p>Жесткий испытательный провод (металлический)</p> <p>Края зачищены от неровностей</p> <p>+0,05 0</p>	1 Н ± 10%

Рис. 22

**Шарнирный испытательный штырь**

**Щуп для проверки вероятности прикосновения**  
(размеры в мм)



Материал: металл, если не указано иное.

Линейные размеры в миллиметрах.

Общие допуски на размеры, на которые конкретный допуск не указан:

- a) на углы: 0/10 секунд;
- b) на линейные размеры:
  - i) до 25 мм: 0/-0,05;
  - ii) свыше 25 мм: ±0,2.

Оба шарнира должны допускать движение в одной и той же плоскости и в одном и том же направлении в пределах угла 90° с допуском от 0° до +10°.

## 8.1.4

Метод испытания для измерения электрического сопротивления:

- a) Метод испытания с использованием прибора для измерения сопротивления.

Прибор для измерения сопротивления подсоединяют к точкам измерения (как правило, на электрической массе и электропроводящем кожухе/электрозащитном ограждении),

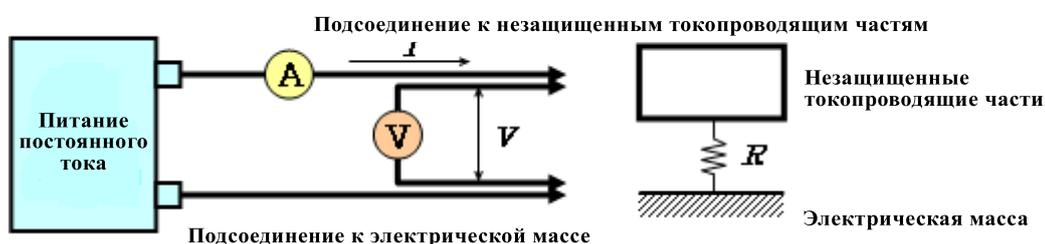
и проводят измерение сопротивления при помощи прибора, отвечающего следующим техническим требованиям:

- i) ток измерительной цепи: минимум 0,2 А;
  - ii) разрешение: 0,01 Ом или меньше;
  - iii) сопротивление R ниже 0,1 Ом.
- b) Метод испытания с использованием источника питания постоянного тока, вольтметра и амперметра.

Схема испытания методом использования источника питания постоянного тока, вольтметра и амперметра показана ниже.

Рис. 23

**Схема испытания методом использования источника питания постоянного тока**



8.1.4.1 Процедура испытания

Источник питания постоянного тока, вольтметр и амперметр подсоединяют к точкам измерения (как правило, на электрической массе и электропроводящем кожухе/электрозащитном ограждении).

Напряжение источника питания постоянного тока регулируют таким образом, чтобы сила тока составляла не менее 0,2 А.

Измеряют силу тока «I» и напряжение «V».

Сопротивление «R» рассчитывают по следующей формуле:

$$R = V / I$$

Сопротивление «R» должно быть ниже 0,1 Ом.

*Примечание:* Если для целей измерения напряжения и силы тока используются вводные провода, то каждый такой провод подсоединяют к электрозащитному ограждению/кожуху/электрической массе по отдельности. При этом контактный зажим может быть общим.

8.1.5 Процедура испытания на предмет защиты от воздействия влаги

8.1.5.1 Мойка

Это испытание имеет целью имитировать мойку автомобилей в стандартных условиях, но без задействования специальных режимов очистки под высоким давлением или обработки днища кузова.

Контрольными зонами транспортного средства для целей данного испытания являются стыки, т.е. прокладки между двумя прилегающими элементами, например створками, уплотнители стекол, абрис открываемых элементов, обвод решетки радиатора и уплотнители фар/огней.

Все стыки, причем во всех направлениях, подвергают воздействию струи воды из шланга с наконечником и при степени защиты, соответствующей IPX5, как указано в приложении 2.

#### 8.1.5.2 Пересечение участков со стоячей водой

Транспортное средство, движущееся со скоростью 20 км/ч, в течение примерно 1,5 мин. преодолевает по бассейну для испытания на бродопродолжимость (при глубине преодолеваемой водной преграды 10 см) расстояние 500 метров. Если длина бассейна составляет менее 500 м, то прогон транспортного средства осуществляют несколько раз. Общее время, включая периоды нахождения вне бассейна, не должно превышать 10 минут.

### 8.2 Процедуры испытаний ПЭАС

#### 8.2.1 Общие процедуры

##### 8.2.1.1 Процедура проведения стандартного цикла

Процедура проведения стандартного цикла в случае ПЭАС в сборе, подсистем(ы) ПЭАС или укомплектованного транспортного средства

Стандартный цикл начинают со стандартной разрядки, за которой следует стандартная зарядка. Стандартный цикл проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

##### Стандартная разрядка

Скорость разрядки: процедуру разрядки, включая критерии ее окончания, определяет изготовитель. Если не указано иное, разрядка производится током в 1С – в случае ПЭАС в сборе и подсистем ПЭАС.

Предел (конечное напряжение) разрядки: указывается изготовителем

В случае укомплектованного транспортного средства процедуру разрядки с использованием динамометра определяет изготовитель. Критерием окончания разрядки служат показания приборов управления транспортного средства.

Период покоя после разрядки: минимум 15 минут.

##### Стандартная зарядка

Процедуру зарядки определяет изготовитель. Если не указано иное, зарядка производится током в С/3. Зарядку продолжают до момента ее завершения в штатном режиме. Применительно к ПЭАС или подсистеме ПЭАС критерии окончания зарядки указаны в пункте 8.2.1.2.2.

В случае укомплектованного транспортного средства с возможностью зарядки от внешнего источника процедуру зарядки с использованием внешнего источника электропитания определяет изготовитель. В случае укомплектованного транспортного средства с возможностью зарядки от бортовых источников энергии процедуру зарядки с использованием динамометра определяет изготовитель. Критерием окончания зарядки служат показания приборов управления транспортного средства.

##### 8.2.1.2 Порядок корректировки СЗ

##### 8.2.1.2.1 Корректировку СЗ производят при температуре окружающего воздуха $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ в случае испытаний на транспортном средстве и $22\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ в случае испытаний на компонентах.

- 8.2.1.2.2      Корректировку СЗ испытываемого устройства производят по одной из нижеуказанных применимых процедур. Если допустимы различные процедуры зарядки ПЭАС, то используют процедуру, при которой обеспечивается максимальная СЗ:
- a)      в случае транспортного средства, оснащенного ПЭАС, предназначенной для зарядки от внешнего источника, ПЭАС заряжают до максимальной СЗ в соответствии с процедурой, указанной изготовителем для обычных условий эксплуатации, до момента завершения процесса зарядки в штатном режиме;
  - b)      в случае транспортного средства, оснащенного ПЭАС, предназначенной для зарядки только от источника энергии на транспортном средстве, ПЭАС заряжают до максимальной СЗ, достижимой в условиях обычной эксплуатации транспортного средства. Изготовитель рекомендует режим работы транспортного средства, обеспечивающий достижение этой СЗ;
  - c)      при использовании ПЭАС либо подсистемы ПЭАС в качестве испытываемого устройства последнее заряжают до максимальной СЗ в соответствии с процедурой, указанной изготовителем для обычных условий эксплуатации, до момента завершения процесса зарядки в штатном режиме. Указанные изготовителем процессы изготовления, процедуры или операции технического обслуживания могут считаться приемлемыми при условии, что они обеспечивают СЗ, эквивалентную достижимой при обычных условиях эксплуатации. Если испытываемое устройство исключает возможность автономного регулирования СЗ, то степень зарядки должна составлять не менее 95% максимальной СЗ в обычных условиях эксплуатации, определенной изготовителем для испытываемого устройства в конкретной комплектации.
- 8.2.1.2.3      При проведении испытания с использованием транспортного средства или подсистемы ПЭАС степень зарядки (СЗ) должна составлять не менее 95% от СЗ согласно пунктам 8.2.1.2.1 и 8.2.1.2.2 в случае ПЭАС, предназначенной для зарядки от внешнего источника, и не менее 90% от СЗ согласно пунктам 8.2.1.2.1 и 8.2.1.2.2 в случае ПЭАС, предназначенной для зарядки только от источника энергии на транспортном средстве. СЗ подтверждают оговоренным изготовителем методом.
- 8.2.2           Испытание на виброустойчивость
- 8.2.2.1        Цель
- Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС в условиях воздействия вибрации, которой ПЭАС может подвергаться в процессе нормальной эксплуатации транспортного средства.
- 8.2.2.2        Оборудование
- 8.2.2.2.1      Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытываемом устройстве можно не устанавливать.

8.2.2.2.2 Испытуемое устройство прочно крепят на платформе вибрационной установки таким образом, чтобы обеспечивалась непосредственная передача вибрации испытуемому устройству.

В качестве альтернативы испытуемое устройство закрепляют при помощи держателей в тех точках крепления, которые предусмотрены схемой монтажа на транспортном средстве. Держатели прочно крепят на платформе вибрационной установки таким образом, чтобы обеспечивалась непосредственная передача вибрации держателям испытуемого устройства.

8.2.2.3 Процедуры

8.2.2.3.1 Общие условия испытания

Испытание испытуемого устройства проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 8.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функцию(и) испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

8.2.2.3.2 Процедуры испытания

Испытуемое устройство подвергают вибрации, представляющей собой волнообразное синусоидальное колебание с качанием частоты от 7 Гц до 50 Гц и обратно к 7 Гц в течение логарифмического колебательного цикла продолжительностью 15 минут. Этот цикл повторяют 12 раз в течение в общей сложности трех часов в вертикальном направлении монтажного положения ПЭАС в соответствии с указанием изготовителя.

Соотношение между частотой и ускорением показано в таблице 6.

Таблица 6

**Частота и ускорение**

<i>Частота (Гц)</i>	<i>Ускорение (<math>m/c^2</math>)</i>
7–18	10
18–30	постепенно уменьшается с 10 до 2
30–50	2

По просьбе изготовителя можно использовать более высокий уровень ускорения и более высокую максимальную частоту.

По усмотрению изготовителя в качестве замены соотношения «частота – ускорение», указанного в таблице 6, можно использовать определенный изготовителем транспортного средства режим испытания на виброустойчивость, проверенный для способа применения транспортного средства. В случае ПЭАС, сертифицированной с соблюдением этого условия, фактором ограничения служит ее установка на транспортных средствах конкретного типа.

По завершении режима испытания на виброустойчивость проводят стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.

- По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 8.2.3 Испытание на термический удар и циклическое изменение температуры
- 8.2.3.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка устойчивости ПЭАС к режим перепадам температуры. ПЭАС проходит заданное количество температурных циклов, которые начинаются при температуре окружающего воздуха, за которыми следуют циклы высоких и низких температур. Оно имитирует быстрые изменения температуры окружающей среды, которым ПЭАС может подвергаться в течение срока службы.
- 8.2.3.2 Оборудование
- Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.
- 8.2.3.3 Процедуры
- 8.2.3.3.1 Общие условия испытания
- В начале испытания испытываемого устройства производятся следующие действия:
- а) корректируют СЗ в соответствии с пунктом 8.2.1.2;
  - б) включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытываемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.
- 8.2.3.3.2 Процедура испытания
- По просьбе изготовителя испытываемое устройство хранится в течение не менее 6 часов при температуре, равной  $60\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  или выше, а затем, также по просьбе изготовителя, в течение не менее 6 часов при температуре, равной  $-40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  или ниже. Максимальный интервал времени между крайними значениями температуры составляет 30 минут. Эту процедуру повторяют до завершения 5 полных циклов, после чего испытываемое устройство в течение 24 часов хранится при температуре окружающего воздуха, равной  $22\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$ .
- После хранения в течение 24 часов проводят стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует испытываемое устройство.
- По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 8.2.4 Испытание на огнестойкость
- 8.2.4.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка устойчивости ПЭАС к воздействию огня с внешней стороны транспортного средства в

результате, например, вытекания топлива из какого-либо транспортного средства (либо из самого транспортного средства, либо из рядом стоящего транспортного средства). В этой ситуации у водителя и пассажиров должно быть достаточно времени, чтобы покинуть транспортное средство.

#### 8.2.4.2 Оборудование

8.2.4.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать. Если соответствующие подсистемы ПЭАС распределены по всему транспортному средству, то испытание можно проводить на каждой соответствующей подсистеме ПЭАС.

#### 8.2.4.3 Процедуры

##### 8.2.4.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:

- a) испытание проводят при температуре не ниже 0 °С;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 8.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

##### 8.2.4.3.2 Процедура испытания

По усмотрению изготовителя проводят испытание на транспортном средстве или испытание на компонентах.

##### 8.2.4.3.2.1 Испытание на транспортном средстве (согласно процедуре испытания по пункту 8.2.4.3.3)

Испытуемое устройство устанавливают на испытательной арматуре, по возможности точно воспроизводящей условия его монтажа на транспортном средстве; для проведения этого испытания не следует использовать горючие материалы, кроме материала, являющегося частью ПЭАС. Способ крепления испытуемого устройства на арматуре должен соответствовать техническим требованиям к его установке на транспортном средстве. В случае ПЭАС, предназначенной для особых условий использования на транспортном средстве, учитывают части транспортного средства, влияющие каким-либо образом на распространение огня.

##### 8.2.4.3.2.2 Испытание на компонентах (согласно процедуре испытания по пункту 8.2.4.3.3 (с разливом горящего бензина) или пункту 8.2.4.3.4 (с использованием газовой горелки (СНГ))

В случае испытания на компонентах изготовитель может отдать предпочтение проведению испытания на огнестойкость либо с разливом горящего бензина, либо с использованием газовой горелки (СНГ).

- 8.2.4.3.3 Схема испытания на огнестойкость с разливом горящего бензина применительно к испытанию как на транспортном средстве, так и на компонентах

Испытуемое устройство устанавливают на решетчатый стол, расположенный над источником огня в соответствии с концепцией изготовителя.

Решетчатый стол изготавливается из стальных стержней диаметром 6–10 мм, расположенных на расстоянии 4–6 см друг от друга. Стальные стержни могут поддерживаться плоскими стальными деталями, если это необходимо.

Источником пламени, воздействию которого подвергается испытуемое устройство, должно быть горящее в поддоне коммерческое топливо для двигателей с принудительным зажиганием (здесь и далее «топливо»). Количество топлива должно быть достаточным для обеспечения наличия пламени в течение всего испытания в условиях свободного горения.

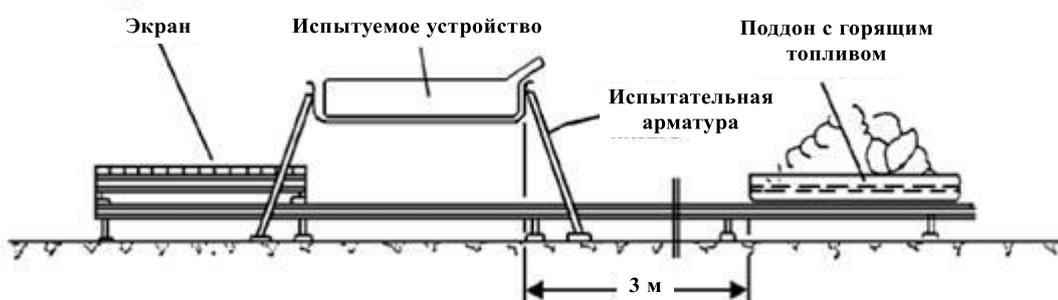
Огонь должен покрывать всю площадь поддона в течение всего времени воздействия огня. Размеры поддона выбирают таким образом, чтобы обеспечивался охват пламенем боковых сторон испытуемого устройства. Длина и ширина поддона должны по этой причине превышать горизонтальную проекцию испытуемого устройства не менее чем на 20 см, но не более чем на 50 см. В начале испытания боковые стенки поддона не должны возвышаться над уровнем топлива более чем на 8 см.

- 8.2.4.3.3.1 Наполненный топливом поддон устанавливают под испытуемым устройством таким образом, чтобы расстояние между уровнем топлива в поддоне и дном испытуемого устройства соответствовало конструктивной высоте установки испытуемого устройства над поверхностью дороги на порожнем транспортном средстве, если применяется пункт 8.2.4.3.2.1, или примерно на высоте 50 см, если применяется пункт 8.2.4.3.2.2. При этом обеспечивается возможность свободного перемещения либо поддона, либо испытательной арматуры.
- 8.2.4.3.3.2 Во время фазы С испытания поддон накрывают экраном. Экран устанавливают на высоте  $3 \pm 1$  см над уровнем топлива, измеряемым до воспламенения топлива. Экран изготавливается из огнестойкого материала, как это предусмотрено на рис. 28. Между кирпичами не должно быть зазоров, причем они должны поддерживаться над поддоном, заполненным топливом, таким образом, чтобы отверстия в кирпичах были открыты. Габариты рамы по длине и ширине должны быть на 2–4 см меньше внутренних размеров поддона, с тем чтобы между рамой и стенками поддона оставались зазоры в 1–2 см, обеспечивающие вентиляцию. Перед проведением испытания температура экрана должна соответствовать, как минимум, температуре окружающего воздуха. Кирпичи могут увлажняться, с тем чтобы гарантировать условия испытаний, отвечающие требованию о воспроизводимости.
- 8.2.4.3.3.3 Если испытания проводятся на открытом воздухе, то следует обеспечить надлежащую защиту от ветра, а скорость ветра на уровне поддона не должна превышать 2,5 км/ч.
- 8.2.4.3.3.4 Испытание состоит из трех фаз В–D, если температура топлива составляет не менее 20 °C. В противном случае испытание состоит из четырех фаз А–D.
- 8.2.4.3.3.4.1 Фаза А: Предварительный прогрев (рис. 24)

Топливо в поддоне поджигают на расстоянии не менее 3 м от испытуемого устройства. После предварительного прогрева в течение

ние 60 с поддон устанавливают под испытуемое устройство. Если же размеры поддона слишком велики, чтобы его можно было переместить, не расплескав жидкость, то вместо этого испытуемое устройство и испытательный стенд можно разместить над поддоном.

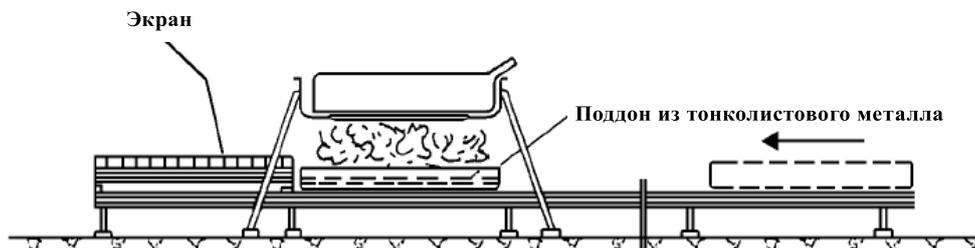
Рис. 24

**Фаза А: Предварительный прогрев**

## 8.2.4.3.3.4.2 Фаза В: Непосредственный контакт с пламенем (рис. 25)

Испытуемое устройство подвергают в течение 70 с воздействию пламени при свободном горении топлива.

Рис. 25

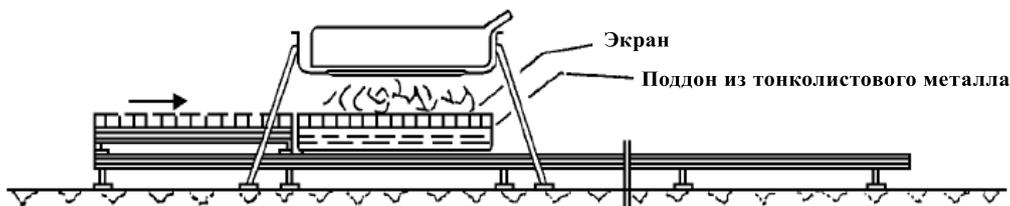
**Фаза В: Непосредственный контакт с пламенем**

## 8.2.4.3.3.4.3 Фаза С: Косвенный контакт с пламенем (рис. 26)

Сразу же по окончании фазы В между поддоном и испытуемым устройством помещают экран. Затем испытуемое устройство подвергают такому ограниченному воздействию пламени в течение 60 секунд.

В качестве альтернативы проведению фазы С испытания по усмотрению изготовителя в течение дополнительных 60 с может быть продолжена фаза В.

Рис. 26

**Фаза С: Косвенный контакт с пламенем**

## 8.2.4.3.4.4 Фаза D: Завершение испытания (рис. 27)

Горящий поддон, покрытый экраном, сдвигают обратно в положение, описанное в фазе А. Гасить испытуемое устройство не следует. После удаления поддона за испытуемым устройством ведут наблюдение до тех пор, пока температура поверхности испытуемого устройства не снизится до температуры окружающего воздуха, или в течение не менее трех часов.

Рис. 27

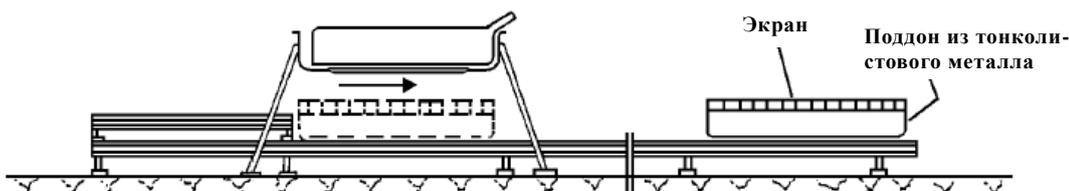
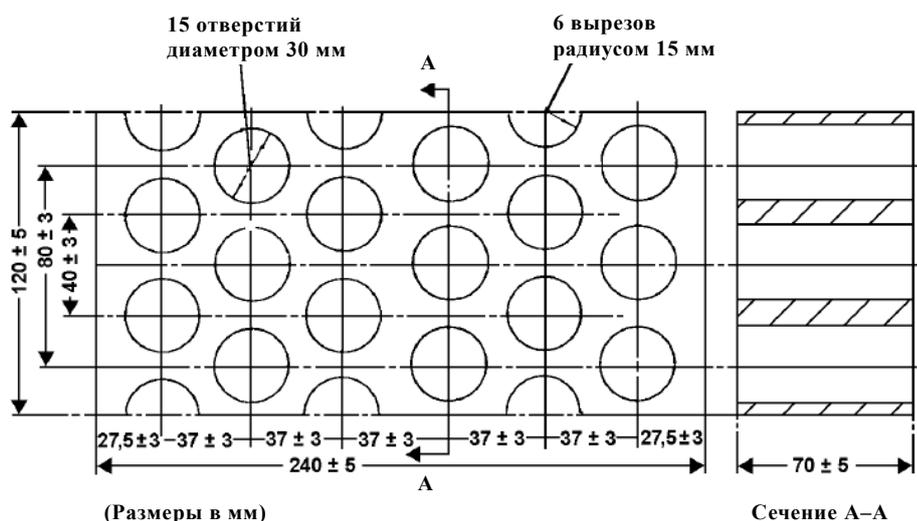
**Фаза D: Завершение испытания**

Рис. 28

**Размеры огнеупорных кирпичей**

Огнестойкость	(по Зегеру-Кегелю) SK 30
Содержание Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	30–33%
Открытая пористость (P <sub>o</sub> )	20–22% от объема
Плотность	1 900–2 000 кг/м <sup>3</sup>
Фактическая площадь отверстий	44,18%

8.2.4.3.4.4 Схема испытания на огнестойкость с использованием газовой горелки (СНГ) применительно к испытанию на компонентах

8.2.4.3.4.4.1 Испытуемое устройство помещают на испытательную установку в положении, соответствующем концепции изготовителя.

8.2.4.3.4.4.2 Для получения пламени, воздействию которого подвергается испытуемое устройство, используют газовую горелку (СНГ). Высота факела пламени – без учета испытуемого устройства – должна составлять примерно 60 см или больше.

- 8.2.4.3.4.3 Температуру пламени измеряют непрерывно при помощи датчиков температуры. На протяжении всего времени воздействия огня не реже чем раз в секунду рассчитывают среднюю температуру как среднее арифметическое значений температуры, замеренных всеми температурными датчиками, отвечающими изложенным в пункте 8.2.4.3.4.4 требованиям в отношении размещения.
- 8.2.4.3.4.4 Все датчики температуры устанавливают на высоте  $5 \pm 1$  см ниже самой низкой точки внешней поверхности испытуемого устройства при его ориентации согласно пункту 8.2.4.3.4.1. По крайней мере один датчик температуры должен размещаться по центру испытуемого устройства и по крайней мере 4 датчика – в пределах 10 см от края испытуемого устройства ближе к его центру, причем практически на равном расстоянии друг от друга.
- 8.2.4.3.4.5 Дно испытуемого устройства подвергают непосредственному воздействию ровного пламени, получаемого целиком за счет сгорания топлива. Факел пламени газовой горелки (СНГ) должен превышать горизонтальную проекцию испытуемого устройства не менее чем на 20 см.
- 8.2.4.3.4.6 После 30-секундного периода стабилизации температуры на среднем уровне 800 °С испытуемое устройство в течение двух минут подвергают воздействию пламени. Среднюю температуру поддерживают в пределах 800–1 100 °С в течение двух минут.
- 8.2.4.3.4.7 После непосредственного контакта с пламенем за испытуемым устройством ведется наблюдение до тех пор, пока температура поверхности испытуемого устройства не снизится до температуры окружающего воздуха, или в течение не менее трех часов.
- 8.2.5 Защита от внешнего короткого замыкания
- 8.2.5.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от короткого замыкания для предохранения ПЭАС от последующих опасных явлений, вызванных током короткого замыкания.
- 8.2.5.2 Оборудование
- Это испытание проводят с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе или же подсистем(ы) ПЭАС. Если ПЭАС состоит из многочисленных подсистем ПЭАС, подключенных либо последовательно, либо параллельно, то испытание может проводиться на единой подсистеме ПЭАС, включающей электронный блок управления и функционирующее защитное устройство для ПЭАС (если оно предусмотрено). Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то испытуемое устройство должно быть рассчитано на номинальное напряжение ПЭАС в сборе и изготовитель должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если ПЭАС состоит из нескольких комплектов батарей, то испытание можно проводить на одной аккумуляторной сборке. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.
- При испытании с использованием укомплектованного транспортного средства изготовитель может представить информацию относительно подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для наложения ее закоротки.

## 8.2.5.3 Процедуры

## 8.2.5.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 8.2.1.2;
- c) при испытании с использованием ПЭАС в сборе или подсистем(ы) ПЭАС в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания;
- d) при испытании с использованием укомплектованного транспортного средства жгут разъема питания подсоединяют в указанном изготовителем месте и включают защитные системы транспортного средства, имеющие отношение к результату испытания.

## 8.2.5.3.2 Короткое замыкание

В начале испытания все соответствующие главные контакторы, предназначенные для зарядки и разрядки, должны быть замкнуты с целью имитации режима, допускающего движение, а также режима, позволяющего производить внешнюю зарядку. Если эта проверка не может быть завершена в рамках одного испытания, то проводят два или более испытаний.

При испытании с использованием ПЭАС в сборе или подсистем(ы) ПЭАС положительную и отрицательную клеммы испытуемого устройства соединяют, с тем чтобы вызвать короткое замыкание. Соединение, используемое для создания короткого замыкания (включая кабельную обвязку), должно иметь сопротивление не более 5 мОм.

При испытании с использованием укомплектованного транспортного средства короткую накладывают посредством жгута разъема питания. Соединение, используемое для создания короткого замыкания (включая кабельную обвязку), должно иметь сопротивление не более 5 мОм.

Воздействие короткого замыкания поддерживают до срабатывания функции защиты ПЭАС, прерывающей ток короткого замыкания, или в течение не менее одного часа после того, как температура, измеренная на корпусе испытуемого устройства или ПЭАС, стабилизировалась таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на  $4\text{ °C}$  за два часа.

## 8.2.5.3.3 Стандартный цикл и период наблюдения

Сразу после окончания действия короткого замыкания проводят стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

- 8.2.6 Испытание на предмет защиты от избыточной зарядки
- 8.2.6.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от избыточной зарядки с целью предохранения ПЭАС от любых опасных явлений, вызванных слишком высокой СЗ.
- 8.2.6.2 Оборудование
- Это испытание проводят в обычных условиях эксплуатации с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе. Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытуемом устройстве можно не устанавливать.
- Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытуемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.
- 8.2.6.3 Процедуры
- 8.2.6.3.1 Общие условия испытания
- Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:
- испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре;
  - степень зарядки (СЗ) ПЭАС корректируют таким образом, чтобы она находилась приблизительно посередине нормального диапазона функционирования применительно к рекомендованному изготовителем нормальному режиму работы, например прогону транспортного средства или использованию внешнего зарядного устройства. При наличии возможности обеспечить нормальное функционирование ПЭАС точной корректировки СЗ не требуется;
  - при испытании на транспортном средстве с использованием автомобилей, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии (например, двигателем внутреннего сгорания, топливным элементом и т.д.), производят заливку топлива в порядке обеспечения возможности функционирования таких систем преобразования энергии;
  - в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания. Все соответствующие главные контакторы, предназначенные для зарядки, должны быть замкнуты.
- 8.2.6.3.2 Зарядка
- При испытании на транспортном средстве процедура зарядки ПЭАС соответствует указанной в пунктах 8.2.6.3.2.1 и 8.2.6.3.2.2, и ее выбирают в зависимости от соответствующего режима работы транспортного средства и функциональности системы защиты. В качестве альтернативы процедура зарядки ПЭАС при таком испытании соответствует указанной в пункте 8.2.6.3.2.3. При испытании на компонентах процедура зарядки соответствует указанной в пункте 8.2.6.3.2.4.

## 8.2.6.3.2.1 Зарядка в процессе прогона транспортного средства

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве в режиме, допускающем движение:

- a) В случае транспортных средств, зарядка которых может осуществляться от бортовых источников энергии (например, систем рекуперации энергии, бортовых систем преобразования энергии), транспортное средство прогоняют на динамометрическом стенде. Определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – тот режим работы транспортного средства на динамометре (например, имитация непрерывного движения под уклон), при котором обеспечивается настолько высокий зарядный ток, насколько это практически достижимо.
- b) Осуществляют зарядку ПЭАС путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде в соответствии с подпунктом а) пункта 8.2.6.3.2.1. Прогон транспортного средства на динамометре прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 2 °C за один час. Если функция автоматического прерывания для защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такой функции нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем.
- c) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство, с прогоном транспортного средства на динамометрическом стенде.

## 8.2.6.3.2.2 Зарядка от внешнего источника электропитания (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытанию на транспортном средстве, проводимому с использованием автомобилей, заряжаемых от внешнего источника:

- a) Для подсоединения внешнего электропитающего оборудования используют штатное входное соединительное устройство на транспортном средстве, если таковое имеется. Канал управления зарядом внешнего электропитающего оборудования перенастраивают или блокируют в целях обеспечения возможности зарядки, указанной в нижеследующем подпункте b) пункта 8.2.6.3.2.2.
- b) Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего электропитающего оборудования при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем. Зарядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от

внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.

- c) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство, с прогоном транспортного средства на динамометрическом стенде в целях разрядки и при использовании внешнего электропитающего оборудования для целей зарядки.

#### 8.2.6.3.2.3 Зарядка с подсоединением жгута разъема питания (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве, проводимым с использованием как автомобилей, заряжаемых от внешнего источника, так и автомобилей, зарядка которых может осуществляться только от бортовых источников энергии; при этом изготовитель представляет информацию относительно подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее зарядки:

- a) Жгут разъема питания подсоединяют к транспортному средству в соответствии с указаниями изготовителя. При прогоне вольт-амперные настройки внешнего зарядно-разрядного оборудования должны обеспечивать превышение предела зависящего от напряжения тока испытываемого устройства не менее чем на 10%. Внешнее электропитающее оборудование подсоединяют к жгуту разъема питания. Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего источника электропитания при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем.
- b) Зарядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты транспортного средства от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.
- c) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1 (для укомплектованного транспортного средства), если тому не препятствует транспортное средство.

#### 8.2.6.3.2.4 Зарядка от внешнего источника электропитания (испытание на компонентах)

Данная процедура применяется к испытанию на компонентах:

- a) Внешнее зарядно-разрядное оборудование подсоединяют к основным клеммам ПЭАС. Функция регулирования пределов заряда испытываемого оборудования должна быть отключена.
- b) Осуществляют зарядку ПЭАС от внешнего зарядно-разрядного оборудования при максимальной силе тока заряда, указанной изготовителем. Зарядку прекращают, когда устройство защиты ПЭАС от избыточной зарядки прерывает ток заряда ПЭАС. Если устройство защиты ПЭАС от избыточной зарядки не работает или если такого устройства нет, то зарядку продолжают до тех пор, пока температура ПЭАС

не превысит на 10 °C ее максимальную рабочую температуру, указанную изготовителем. Если же зарядный ток не прерывается и температура ПЭАС остается на уровне менее чем 10 °C выше максимальной рабочей температуры, то через 12 ч после начала зарядки от внешнего электропитающего оборудования прогон транспортного средства прекращают.

- с) Сразу после окончания зарядки проводят один стандартный цикл, описанный в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует ПЭАС, при использовании внешнего зарядно-разрядного оборудования.

8.2.6.4 По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

8.2.7 Испытание на предмет защиты от чрезмерной разрядки

8.2.7.1 Цель

Целью этого испытания является проверка работы устройства защиты от чрезмерной разрядки с целью предохранения ПЭАС от любых опасных явлений, вызванных слишком низкой СЗ.

8.2.7.2 Оборудование

Это испытание проводят в обычных условиях эксплуатации с использованием укомплектованного транспортного средства либо ПЭАС в сборе. Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытываемом устройстве можно не устанавливать.

Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытываемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.

8.2.7.3 Процедуры

8.2.7.3.1 Общие условия испытания

Испытание проводят с соблюдением следующих требований и условий:

- а) Испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$  или, по просьбе изготовителя, при более высокой температуре.
- б) Степень зарядки (СЗ) ПЭАС корректируют таким образом, чтобы она находилась на низком уровне (но в пределах нормального диапазона функционирования) применительно к рекомендованному изготовителем нормальному режиму работы, например прогону транспортного средства или использованию внешнего зарядного устройства. При наличии возможности обеспечить нормальное функционирование ПЭАС точной корректировки СЗ не требуется.
- с) При испытании на транспортном средстве с использованием автомобилей, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии (например, двигателем внутреннего сгорания, топливным элементом и т.д.), заправку топливом производят до уровня, соответствующего практически полному опорожнению, но достаточного для перехода транспортного средства в режим, допускающий движение.

- d) В начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

#### 8.2.7.3.2 Разрядка

При испытании на транспортном средстве процедура разрядки ПЭАС соответствует указанной в пунктах 8.2.7.3.2.1 и 8.2.7.3.2.2. В качестве альтернативы процедура разрядки ПЭАС при таком испытании соответствует указанной в пункте 8.2.7.3.2.3. При испытании на компонентах процедура зарядки соответствует указанной в пункте 8.2.7.3.2.4.

##### 8.2.7.3.2.1 Разрядка в процессе прогона транспортного средства

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве в режиме, допускающем движение:

- a) Транспортное средство прогоняют на динамометрическом стенде. Определяют – при необходимости путем консультаций с изготовителем – тот режим работы транспортного средства на динамометре (например, имитация непрерывного движения с установившейся скоростью), при котором мощность разрядки характеризуется настолько постоянной величиной, насколько это практически достижимо.
- b) Осуществляют разрядку ПЭАС путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде в соответствии с подпунктом а) пункта 8.2.7.3.2.1. Прогон транспортного средства на динамометре прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа. Если устройство защиты от чрезмерной разрядки не работает или если такого устройства нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.
- c) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.

##### 8.2.7.3.2.2 Разрядка с использованием вспомогательного электрооборудования (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к испытаниям на транспортном средстве, проводимым в стационарных условиях:

- a) Транспортное средство переводят в стационарный режим работы, при котором происходит запитка вспомогательного электрооборудования от электрической энергии ПЭАС. Такой режим работы определяют, при необходимости, путем консультаций с изготовителем. Для обеспечения безопасности в ходе испытания допускается использование соответствующих устройств (например, противооткатных башмаков) в целях предотвращения движения транспортного средства.
- b) Осуществляют разрядку ПЭАС за счет включения электрооборудования, систем кондиционирования воздуха, отопления, освещения, аудиовизуальной аппаратуры и т.д., которые могут быть запитаны на условиях, указанных в подпункте а) пункта 8.2.7.3.2.2. Разрядку прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабили-

зируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °С за два часа. Если устройство защиты от чрезмерной разрядки не работает или если такого устройства нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.

- с) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.

#### 8.2.7.3.2.3 Разрядка ПЭАС с использованием разрядного резистора (испытание на транспортном средстве)

Данная процедура применяется к транспортным средствам, по которым изготовитель представляет информацию относительно подсоединения жгута разъема питания с указанием места в непосредственной близости от ПЭАС для осуществления ее разрядки:

- а) Жгут разъема питания подсоединяют к транспортному средству в соответствии с указаниями изготовителя. Транспортное средство переводят в режим, допускающий движение.
- б) Разрядный резистор подсоединяют к жгуту разъема питания и осуществляют разрядку ПЭАС при скорости разрядки в обычных условиях эксплуатации согласно представленной изготовителем информации. Можно использовать резистор с мощностью разрядки 1 кВт.
- с) Испытание прекращают, когда устройство защиты транспортного средства от чрезмерной разрядки прерывает ток разряда ПЭАС или температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °С за два часа. Если функция автоматического прерывания разрядки не работает или если такой функции нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока ПЭАС не разрядится до 25% от ее номинальной емкости.
- д) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует транспортное средство.

#### 8.2.7.3.2.4 Разрядка с использованием внешнего оборудования (испытание на компонентах)

Данная процедура применяется к испытанию на компонентах:

- а) Все соответствующие главные контакторы должны быть замкнуты. Внешнее зарядно-разрядное оборудование подсоединяют к основным клеммам испытываемого устройства.
- б) Разрядку осуществляют при стабильном токе в пределах нормального рабочего диапазона в соответствии с указанием изготовителя.
- с) Разрядку продолжают до тех пор, пока испытываемое устройство не прервет (автоматически) ток разряда ПЭАС либо температура испытываемого устройства не стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °С за два часа. Если функция автоматического прерывания не работает или если такой функции нет, то разрядку продолжают до тех пор, пока испытываемое устройство не разрядится до 25% от его номинальной емкости.

- d) Сразу после окончания разрядки проводят одну стандартную зарядку, за которой следует стандартная разрядка, как описано в пункте 8.2.1.1, если тому не препятствует испытуемое устройство.
- 8.2.7.4 По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.
- 8.2.8 Испытание на предмет защиты от перегрева
- 8.2.8.1 Цель
- Целью этого испытания является проверка эффективности мер по защите ПЭАС от внутреннего перегрева во время работы. Если в конкретных мерах по защите ПЭАС от выхода на опасный уровень в результате внутреннего перегрева необходимости нет, то такая безопасная работа должна быть подтверждена.
- 8.2.8.2 Испытание можно проводить с использованием ПЭАС в сборе в соответствии с пунктами 8.2.8.3 и 8.2.8.4 или укомплектованного транспортного средства в соответствии с пунктами 8.2.8.5 и 8.2.8.6.
- 8.2.8.3 Оборудование для проведения испытания с использованием ПЭАС в сборе
- 8.2.8.3.1 Вспомогательные системы, не влияющие на результаты испытания, на испытуемом устройстве можно не устанавливать. Это испытание можно проводить с использованием модифицированного испытуемого устройства при условии, что произведенная модификация не влияет на результаты испытания.
- 8.2.8.3.2 Если ПЭАС оснащена функцией охлаждения и останется в рабочем состоянии – в плане выдачи своей эксплуатационной мощности – при отказе функции охлаждения, то для целей испытания систему охлаждения отключают.
- 8.2.8.3.3 Во время испытания температуру испытуемого устройства постоянно измеряют внутри корпуса в непосредственной близости от элементов в целях контроля за изменением температуры. Можно использовать бортовые датчики, если таковые имеются, со считыванием показаний сигналов при помощи совместимых инструментальных средств.
- 8.2.8.3.4 ПЭАС помещают в конвекционную печь или климатическую камеру. Если это необходимо для целей проведения испытания, то ПЭАС подсоединяют к остальной системе управления транспортного средства при помощи удлинительных кабелей. Подсоединение внешнего зарядно-разрядного оборудования можно производить под наблюдением изготовителя транспортного средства.
- 8.2.8.4 Порядок проведения испытания с использованием ПЭАС в сборе
- 8.2.8.4.1 В начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания, за исключением системы охлаждения в соответствии с пунктом 8.2.8.3.2.
- 8.2.8.4.2 Испытуемое устройство постоянно заряжают и разряжают при помощи внешнего зарядно-разрядного оборудования током, который позволяет до конца испытания как можно скорее повысить температуру элементов в диапазоне нормальной работы, как это определено изготовителем. В качестве альтернативы зарядку и разрядку можно производить путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде, причем режим прогона определяют в ходе консультаций с изготовителем для обеспечения указанных выше условий.

- 8.2.8.4.3 Температуру в камере или печи постепенно повышают (начиная с  $20\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$  или, по просьбе изготовителя, с более высокой температуры), пока она не достигнет значения, определенного в соответствии с пунктом 8.2.8.4.3.1 или 8.2.8.4.3.2 ниже, в зависимости от конкретного случая, а затем поддерживают на уровне, равном этому значению или превышающем его, до конца испытания.
- 8.2.8.4.3.1 Если ПЭАС оснащена защитным устройством, предохраняющим против внутреннего перегрева, то температуру повышают до значения, определенного изготовителем как порог рабочей температуры для такого защитного устройства, с целью обеспечения повышения температуры испытуемого устройства, как это указано в пункте 8.2.8.4.2.
- 8.2.8.4.3.2 Если ПЭАС не оснащена защитным устройством, предохраняющим против внутреннего перегрева, то температуру повышают до максимальной рабочей температуры, указанной изготовителем.
- 8.2.8.4.4 Испытание прекращают, когда наблюдается один из следующих признаков:
- испытуемое устройство тормозит и/или ограничивает зарядку и/или разрядку для предотвращения повышения температуры;
  - температура испытуемого устройства стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$  за два часа;
  - любое несоблюдение критериев приемлемости, предписанных в пункте 7.3.8.
- 8.2.8.5 Оборудование для проведения испытания с использованием укомплектованного транспортного средства
- 8.2.8.5.1 Если ПЭАС оснащена функцией охлаждения, то для целей испытания и с учетом информации изготовителя систему охлаждения отключают или переводят в режим работы со значительными функциональными ограничениями (в случае ПЭАС, которая не работает при отключенной системе охлаждения).
- 8.2.8.5.2 Во время испытания температуру ПЭАС постоянно измеряют внутри корпуса в непосредственной близости от элементов в целях контроля за изменением температуры; для этого – согласно представленной изготовителем информации – используют бортовые датчики со считыванием показаний сигналов при помощи совместимых инструментальных средств.
- 8.2.8.5.3 В случае транспортных средств, оснащенных бортовыми системами преобразования энергии, заправку топливом производят до уровня, соответствующего практически полному опорожнению, но достаточного для перехода транспортного средства в режим, допускающий движение.
- 8.2.8.5.4 Транспортное средство минимум на шесть часов помещают в климатическую камеру с контролем температуры на уровне  $40\text{--}45\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- 8.2.8.6 Порядок проведения испытания с использованием укомплектованного транспортного средства
- 8.2.8.6.1 Транспортное средство постоянно заряжают и разряжают таким образом, чтобы до конца испытания как можно скорее повысить температуру элементов ПЭАС в диапазоне нормальной работы, как это определено изготовителем.
- Зарядку и разрядку производят путем прогона транспортного средства на динамометрическом стенде, причем режим прогона опреде-

ляют в ходе консультаций с изготовителем для обеспечения указанных выше условий.

В случае транспортного средства с возможностью зарядки от внешнего источника питания зарядку можно производить с использованием такого внешнего источника питания, если предполагается ускоренное повышение температуры.

8.2.8.6.2 Испытание прекращают, когда наблюдается один из следующих признаков:

- a) процедура зарядки и/или разрядки транспортного средства завершена;
- b) температура ПЭАС стабилизируется таким образом, что градиент температуры меняется менее чем на 4 °C за два часа;
- c) любое несоблюдение критериев приемлемости, предписанных в пункте 7.3.8;
- d) с момента начала указанных в пункте 8.2.8.6.1 циклов зарядки/разрядки прошло три часа.

8.2.9 Зарезервировано.

8.2.10 Испытание на механический удар

8.2.10.1 Цель

Целью этого испытания является проверка характеристик безопасности ПЭАС под воздействием инерционных нагрузок, которые могут возникнуть при аварии транспортного средства.

8.2.10.2 Оборудование

8.2.10.2.1 Это испытание проводят с использованием ПЭАС в сборе либо подсистем(ы) ПЭАС. Если изготовитель предпочитает проводить испытание с использованием подсистем(ы) ПЭАС, то он должен подтвердить, что результат испытания может с разумной степенью вероятности моделировать характеристики безопасности ПЭАС в сборе в тех же условиях. Если электронный блок управления ПЭАС не вмонтирован в корпус, в котором находятся элементы, то по просьбе изготовителя электронный блок управления на испытуемом устройстве можно не устанавливать.

8.2.10.2.2 Испытуемое устройство подсоединяют к испытательной арматуре только с помощью соответствующих креплений, предусмотренных для подсоединения ПЭАС или подсистемы ПЭАС к транспортному средству.

8.2.10.3 Процедуры

8.2.10.3.1 Общие условия испытания и требования к испытанию

Испытание проводят в следующих условиях:

- a) испытание проводят при температуре окружающего воздуха  $20\text{ °C} \pm 10\text{ °C}$ ;
- b) в начале испытания корректируют СЗ в соответствии с пунктом 8.2.1.2;
- c) в начале испытания включают все защитные устройства, влияющие на функционирование испытуемого устройства и имеющие отношение к результату испытания.

8.2.10.3.2 Процедура испытания

Испытуемое устройство замедляют или ускоряют по полосам ускорения, указанным на рис. 29 и в таблице 7 или 8. Изготовитель ре-

шает, следует ли проводить испытания в положительном или отрицательном направлении либо в обоих направлениях.

Для каждого из указанных испытательных импульсов можно использовать отдельное испытуемое устройство.

Испытательный импульс должен находиться в пределах минимального и максимального значений, указанных в таблице 7 или 8. Если это рекомендовано изготовителем, то испытуемое устройство может подвергаться более сильному и/или более продолжительному удару, как это указано в таблице 7 или 8 применительно к максимальному значению.

По завершении испытания предусматривается 1-часовой период наблюдения в условиях температуры окружающего воздуха в испытательной среде.

Рис. 29

#### Обобщенное описание испытательных импульсов

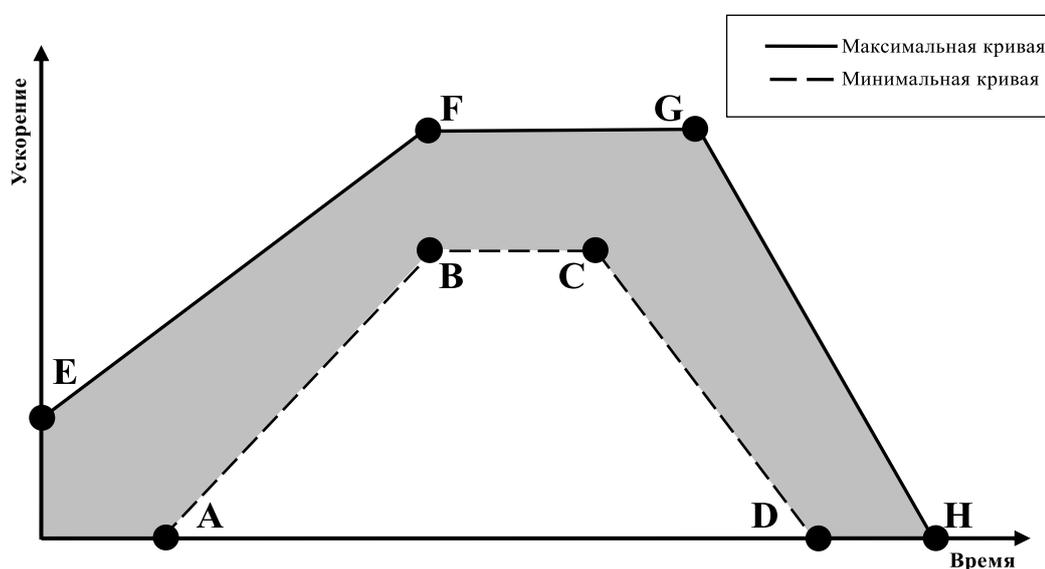


Таблица 7

#### Значения для транспортных средств, имеющих ПМТС от 3 500 до 12 000 кг

Точка	Время (мс)	Ускорение (g)	
		продольная составляющая	поперечная составляющая
A	20	0	0
B	50	10	5
C	65	10	5
D	100	0	0
E	0	5	2,5
F	50	17	10
G	80	17	10
H	120	0	0

Таблица 8  
Значения для транспортных средств, имеющих ПМТС свыше 12 000 кг

Точка	Время (мс)	Ускорение (g)	
		продольная составляющая	поперечная составляющая
A	20	0	0
B	50	6,6	5
C	65	6,6	5
D	100	0	0
E	0	4	2,5
F	50	12	10
G	80	12	10
H	120	0	0

## Приложение 1

### Определение уровня выбросов водорода в процессе зарядки ПЭАС

1. Введение

В настоящем приложении описывается процедура определения уровня выбросов водорода в процессе зарядки ПЭАС, относящейся к тяговой батарее открытого типа, согласно пункту 5.4.11.2 настоящих ГТП.
2. Описание испытания

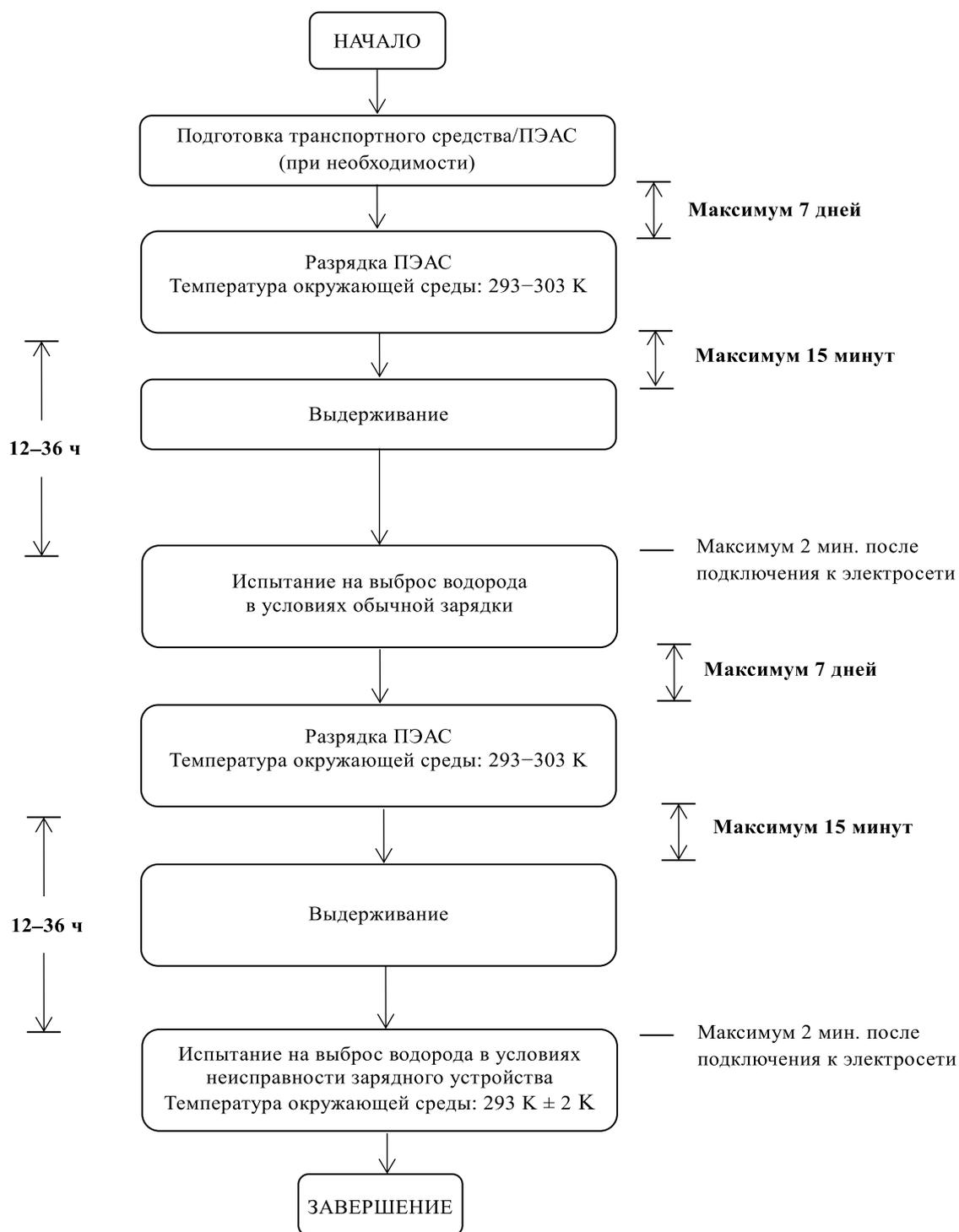
Испытание на выброс водорода (рис. 1 в настоящем приложении) проводится в целях определения уровня выбросов водорода в процессе зарядки ПЭАС с использованием зарядного устройства. Испытание включает следующие этапы:

  - a) подготовка транспортного средства/ПЭАС;
  - b) разрядка ПЭАС;
  - c) определение уровня выбросов водорода в процессе обычной зарядки;
  - d) определение уровня выбросов водорода в процессе зарядки, производимой в условиях неисправности зарядного устройства.
3. Испытания
  - 3.1 Испытание на транспортном средстве
    - 3.1.1 Транспортное средство должно быть в хорошем техническом состоянии и в течение семи дней до испытания пройти обкатку с пробегом не менее 300 км. На протяжении этого периода транспортное средство должно быть оснащено ПЭАС, подлежащей испытанию на уровень выбросов водорода.
    - 3.1.2 Если ПЭАС используется при температуре, превышающей температуру окружающей среды, то оператор следует процедуре, указанной изготовителем, в целях поддержания температуры ПЭАС в пределах нормального рабочего диапазона.

Представитель изготовителя должен иметь возможность удостовериться, что система регулирования температуры ПЭАС не повреждена и не дает утечки.
  - 3.2 Испытание на компонентах
    - 3.2.1 ПЭАС должна быть в хорошем техническом состоянии и должна пройти не менее 5 стандартных циклов (как указано в пункте 6.2.1.1 или пункте 8.2.1.1, в зависимости от конкретного случая, настоящих Правил).
    - 3.2.2 Если ПЭАС используется при температуре, превышающей температуру окружающей среды, то оператор следует процедуре, указанной изготовителем, в целях поддержания температуры ПЭАС в пределах нормального рабочего диапазона.

Представитель изготовителя должен иметь возможность удостовериться, что система регулирования температуры ПЭАС не повреждена и не дает утечки.

Рис. 1  
**Определение уровня выбросов водорода в процессе зарядки ПЭАС**



4. Испытательное оборудование для проведения испытания на выброс водорода

4.1 Камера для измерения уровня выбросов водорода

Камера для измерения уровня выбросов водорода представляет собой герметическую измерительную камеру, способную вместить испытуемое(ую) транспортное средство/ПЭАС. Транспортное средство/ПЭАС должно(а) быть доступно(а) со всех сторон, а внутренняя камера должна обеспечивать герметичность в соответствии с добавлением 1 к настоящему приложению. Внутренняя поверхность камеры должна быть воздухонепроницаемой и инертной по отношению к водороду. Система регулирования температуры должна обеспечивать возможность поддержания температуры воздуха во внутреннем пространстве во время испытания в соответствии с предписанными значениями со средним отклонением  $\pm 2$  К на протяжении испытания.

Для учета изменений объема, обусловленных выбросами водорода во внутренней камере, может использоваться либо испытательное оборудование переменного объема, либо другое испытательное оборудование. Расширение и сжатие камеры переменного объема происходят в зависимости от уровня выбросов водорода во внутреннем пространстве. Учет изменений внутреннего объема может обеспечиваться двумя способами: за счет использования подвижных перегородок или же конструкции сильфонного типа, при которой размещенные во внутреннем пространстве воздухонепроницаемые мешочные резервуары расширяются и сжимаются в зависимости от изменений внутреннего объема за счет воздухообмена со средой за пределами камеры. Любая конструкция, предназначенная для учета изменений объема, должна обеспечивать целостность камеры, ограничивающей внутреннее пространство, как указано в добавлении 1 к настоящему приложению.

Любой метод учета объема должен ограничивать разность между давлением внутри камеры и барометрическим давлением максимальным значением  $\pm 5$  гПа.

Должна обеспечиваться возможность доведения внутреннего пространства камеры до определенного объема и фиксации ее в этом положении. Камера с переменным объемом должна обеспечивать возможность учета изменения ее «номинального объема» (см. пункт 2.1.1 добавления 1 к приложению 1) в зависимости от уровня выбросов водорода в ходе испытания.

4.2 Аналитические системы

4.2.1 Водородный анализатор

4.2.1.1 Контроль за состоянием среды внутри камеры осуществляют с использованием водородного анализатора (типа электрохимического детектора) или хроматографа-катарометра. Пробы газа отбирают в точке, расположенной посередине одной из боковых стенок или крыши камеры, и любой обводной воздушный поток направляют обратно во внутреннее пространство, предпочтительно в точку, находящуюся по направлению струи воздухосмесительного вентилятора и как можно ближе к нему.

4.2.1.2 Время срабатывания водородного анализатора должно составлять менее 10 с при 90% окончательных показаний прибора. Он должен обеспечивать стабильность показаний не менее 2% по полной шкале при нулевом значении и при  $80\% \pm 20\%$  полной шкалы в течение 15-минутного периода на всех рабочих диапазонах.

- 4.2.1.3 Повторные показания анализатора, выраженные в единице стандартного отклонения, должны иметь точность не менее 1% по полной шкале при нулевом значении и при  $80\% \pm 20\%$  полной шкалы применительно ко всем используемым диапазонам.
- 4.2.1.4 Рабочие диапазоны анализатора выбирают с таким расчетом, чтобы обеспечивать наиболее оптимальное разрешение в ходе процедур измерения, калибровки и проверки на утечку.
- 4.2.2 Система регистрации показаний водородного анализатора
- Водородный анализатор должен быть оснащен устройством для регистрации выходного электрического сигнала с частотой по меньшей мере один раз в минуту. Система регистрации должна иметь такие рабочие характеристики, которые по меньшей мере эквивалентны регистрируемому сигналу, и обеспечивать постоянную регистрацию получаемых показателей. Регистрация должна четко указывать момент начала и завершения фазы испытания в условиях обычной зарядки и в условиях неисправности зарядного устройства.
- 4.3 Регистрация температуры
- 4.3.1 Температуру в камере регистрируют в двух точках при помощи датчиков температуры, которые подсоединены таким образом, чтобы показывать среднее значение. Точки измерения выносятся вглубь камеры на расстояние приблизительно 0,1 м от вертикальной линии, проходящей по центру каждой боковой стенки, и располагаются на высоте  $0,9 \pm 0,2$  м.
- 4.3.2 Значения температуры в непосредственной близости от элементов регистрируются при помощи датчиков.
- 4.3.3 В процессе измерения уровня выбросов водорода регистрацию температуры осуществляют с периодичностью по меньшей мере один раз в минуту.
- 4.3.4 Система регистрации температуры должна обеспечивать точность измерений в пределах  $\pm 1,0$  К и разрешение по температуре  $\pm 0,1$  К.
- 4.3.5 Система регистрации или обработки данных должна обеспечивать разрешение по времени  $\pm 15$  с.
- 4.4 Регистрация давления
- 4.4.1 В процессе измерения уровня выбросов водорода регистрацию разности  $\Delta p$  между барометрическим давлением в пределах испытательной площадки и давлением внутри камеры осуществляют с периодичностью по меньшей мере один раз в минуту.
- 4.4.2 Система регистрации давления должна обеспечивать точность измерений в пределах  $\pm 2$  гПа и разрешение по давлению  $\pm 0,2$  гПа.
- 4.4.3 Система регистрации или обработки данных должна обеспечивать разрешение по времени  $\pm 15$  секунд.
- 4.5 Регистрация напряжения и силы тока
- 4.5.1 В процессе измерения уровня выбросов водорода регистрацию напряжения зарядного устройства и силы тока (батареи) осуществляют с периодичностью по меньшей мере один раз в минуту.
- 4.5.2 Система регистрации напряжения должна обеспечивать точность измерений в пределах  $\pm 1$  В и разрешение по напряжению  $\pm 0,1$  В.
- 4.5.3 Система регистрации силы тока должна обеспечивать точность измерений в пределах  $\pm 0,5$  А и разрешение по силе тока  $\pm 0,05$  А.

- 4.5.4 Система регистрации или обработки данных должна обеспечивать разрешение по времени  $\pm 15$  секунд.
- 4.6 Вентиляторы
- Камеру оснащают одним или несколькими вентиляторами или воздухоудувными устройствами с возможной скоростью потока  $0,1-0,5 \text{ м}^3/\text{с}$  во внутреннем пространстве потока для тщательного перемешивания воздуха. Должна обеспечиваться возможность поддержания в камере во время измерений однородной температуры и концентрации водорода. Помещенное во внутреннее пространство транспортное средство не должно подвергаться воздействию прямого тока воздуха от вентиляторов или воздухоудувных устройств.
- 4.7 Газы
- 4.7.1 Для калибровки и эксплуатационной проверки обеспечивают наличие следующих чистых газов:
- очищенный синтетический воздух (чистота:  $<1 \text{ млн.}^{-1}$  эквивалента  $\text{C}_1$ ;  $<1 \text{ млн.}^{-1}$   $\text{CO}$ ;  $<400 \text{ млн.}^{-1}$   $\text{CO}_2$ ;  $<0,1 \text{ млн.}^{-1}$   $\text{NO}$ ); содержание кислорода: 18–21% по объему;
  - водород ( $\text{H}_2$ ), минимальная чистота 99,5%.
- 4.7.2 Калибровочный и проверочный газы представляют собой смеси водорода ( $\text{H}_2$ ) и очищенного синтетического воздуха. Реальные концентрации калибровочного газа должны выдерживаться в пределах  $\pm 2\%$  от номинальных значений. При использовании газового сепаратора для получения разреженных газов обеспечивают точность в пределах  $\pm 2\%$  от номинального значения. Концентрации, указанные в добавлении 1, могут также быть получены при помощи газового сепаратора при использовании синтетического воздуха в качестве разрежающего газа.
5. Процедура испытания
- Испытание включает следующие пять этапов:
- подготовка транспортного средства/ПЭАС;
  - разрядка ПЭАС;
  - определение уровня выбросов водорода в условиях обычной зарядки;
  - разрядка тяговой батареи;
  - определение уровня выбросов водорода в процессе зарядки, производимой в условиях неисправности зарядного устройства.
- Если между двумя этапами возникает необходимость передвинуть транспортное средство/ПЭАС, то его (ее) перемещают на следующую испытательную площадку.
- 5.1 Испытание на транспортном средстве
- 5.1.1 Подготовка транспортного средства
- Проводят проверку ПЭАС на старение при условии, что транспортное средство имеет пробег не менее 300 км в течение семи дней до проведения испытания. На этот период транспортное средство оснащают тяговой батареей, на которой будет проводиться испытание на выброс водорода. Если это условие не может быть выполнено, то применяется нижеследующая процедура.

- 5.1.1.1 Разрядка и первоначальная зарядка ПЭАС
- Процедура начинается с разрядки ПЭАС транспортного средства при его движении в течение 30 минут на испытательном треке или динамометрическом стенде с постоянной скоростью, составляющей  $70\% \pm 5\%$  максимальной скорости движения транспортного средства.
- Разрядка прекращается:
- если транспортное средство не может двигаться в течение 30 минут со скоростью, равной 65% максимальной скорости движения; или
  - если в соответствии с показаниями штатных бортовых приборов водитель должен остановить транспортное средство; или
  - после пробега 100 км.
- 5.1.1.2 Первоначальная зарядка ПЭАС
- Зарядка осуществляется:
- с помощью бортового зарядного устройства;
  - при температуре окружающего воздуха в пределах 293 К–303 К.
- В ходе процедуры зарядки нельзя использовать никакие типы внешних зарядных устройств.
- Критерии прекращения зарядки ПЭАС соответствуют автоматическому отключению зарядного устройства.
- В ходе этой процедуры предусматривается использование всех типов специальных зарядных устройств, которые могут включаться автоматически или вручную, например зарядных устройств с уравнительным зарядом или стационарных зарядных устройств.
- 5.1.1.3 Процедуру по пунктам 5.1.1.1 и 5.1.1.2 повторяют два раза.
- 5.1.2 Разрядка ПЭАС
- Разрядка ПЭАС производится при движении транспортного средства в течение 30 минут на испытательном треке или на динамометрическом стенде с постоянной скоростью, составляющей  $70\% \pm 5\%$  максимальной скорости движения транспортного средства.
- Разрядка прекращается:
- если в соответствии с показаниями штатных бортовых приборов водитель должен остановить транспортное средство; или
  - если максимальная скорость движения транспортного средства меньше 20 км/ч.
- 5.1.3 Выдерживание
- В течение 15 минут после завершения операции разрядки батареи, указанной в пункте 5.2, транспортное средство помещают на площадку для выдерживания. Транспортное средство остается там минимум 12 часов и максимум 36 часов с момента прекращения разрядки тяговой батареи и до начала испытания на выброс водорода в условиях обычной зарядки. В продолжение этого периода транспортное средство выдерживают при температуре  $293 \text{ К} \pm 2 \text{ К}$ .

- 5.1.4 Испытание на выброс водорода в условиях обычной зарядки
- 5.1.4.1 До завершения периода выдерживания измерительную камеру в течение нескольких минут продувают воздухом для получения стабильного водородного фона. На этот же период во внутреннем пространстве камеры также приводят в действие воздусосмесительный(ые) вентилятор(ы).
- 5.1.4.2 Непосредственно перед началом испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.1.4.3 По завершении выдерживания испытуемое транспортное средство с выключенным двигателем и открытыми окнами и багажным отделением помещают в измерительную камеру.
- 5.1.4.4 Транспортное средство подключают к электросети. ПЭАС заряжается в соответствии с обычной процедурой зарядки, указанной в пункте 5.1.4.7 ниже.
- 5.1.4.5 Не позже чем через 2 минуты с момента начала этапа обычной зарядки дверцы камеры, ограничивающей внутреннее пространство, закрывают и герметизируют при помощи электрического блокировочного устройства.
- 5.1.4.6 Отсчет периода обычной зарядки для целей испытания на выброс водорода начинают с момента герметизации камеры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения первоначальных показателей  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  применительно к испытанию в условиях обычной зарядки.
- Эти значения используют при расчете уровня выбросов водорода (пункт 6 настоящего приложения). На протяжении периода обычной зарядки температура среды  $T$  во внутреннем пространстве камеры должна быть не меньше 291 К и не больше 295 К.
- 5.1.4.7 Обычная процедура зарядки
- Обычная зарядка осуществляется с использованием зарядного устройства и включает следующие этапы:
- зарядка при постоянной мощности в течение  $t_1$ ;
  - избыточная зарядка при постоянной силе тока в течение  $t_2$ . Интенсивность избыточной зарядки указывается изготовителем и соответствует величине, предписанной при использовании зарядного устройства с уравнительным зарядом.
- Критерии прекращения зарядки ПЭАС соответствуют автоматическому отключению зарядного устройства с учетом времени зарядки  $t_1 + t_2$ . Это время зарядки будет ограничиваться  $t_1 + 5$  ч., даже если штатные приборы указывают водителю на то, что батарея зарядилась еще не полностью.
- 5.1.4.8 Непосредственно перед завершением испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.1.4.9 Период отбора проб выбросов завершается через  $t_1 + t_2$  или  $t_1 + 5$  ч. после начала первоначального отбора проб, указанного в пункте 5.1.4.6 настоящего приложения. Регистрируют различные временные параметры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения окончательных показателей  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$  применительно к испытанию в условиях обычной зарядки, которые используются при расчете в соответствии с пунктом 6 настоящего приложения.

- 5.1.5 Испытание на выброс водорода при неисправном зарядном устройстве
- 5.1.5.1 Не позже чем через семь дней после завершения предшествующего испытания начинают процедуру разрядки ПЭАС транспортного средства в соответствии с пунктом 5.1.2 настоящего приложения.
- 5.1.5.2 Этапы процедуры по пункту 5.1.3 настоящего приложения повторяют еще раз.
- 5.1.5.3 До завершения периода выдерживания измерительную камеру в течение нескольких минут продувают воздухом для получения стабильного водородного фона. На этот же период во внутреннем пространстве камеры также приводят в действие воздусосмесительный(ые) вентилятор(ы).
- 5.1.5.4 Непосредственно перед началом испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.1.5.5 По завершении выдерживания испытуемое транспортное средство с выключенным двигателем и открытыми окнами и багажным отделением помещают в измерительную камеру.
- 5.1.5.6 Транспортное средство подключают к электросети. ПЭАС заряжается в соответствии с процедурой зарядки в условиях наличия неисправности, как указано в пункте 5.1.5.9 ниже.
- 5.1.5.7 Не позже чем через две минуты с момента начала этапа зарядки в условиях наличия неисправности дверцы камеры, ограничивающей внутреннее пространство, закрывают и герметизируют при помощи электрического блокировочного устройства.
- 5.1.5.8 Отсчет периода зарядки в условиях наличия неисправности для целей испытания на выброс водорода начинают с момента герметизации камеры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения первоначальных показателей  $C_{H_2}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  применительно к испытанию на зарядку в условиях наличия неисправности.
- Эти значения используют при расчете уровня выбросов водорода (пункт 6 настоящего приложения). На протяжении периода зарядки в условиях наличия неисправности температура среды  $T$  во внутреннем пространстве камеры должна быть не меньше 291 К и не больше 295 К.
- 5.1.5.9 Процедура зарядки в условиях наличия неисправности
- Зарядка в условиях наличия неисправности осуществляется с использованием соответствующего зарядного устройства и включает следующие этапы:
- а) зарядка при постоянной мощности в течение  $t'_1$ ;
  - б) зарядка при максимальной силе тока в соответствии с рекомендациями изготовителя в течение 30 минут. Во время этой фазы зарядное устройство дает максимальный ток в соответствии с рекомендациями изготовителя.
- 5.1.5.10 Непосредственно перед завершением испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.1.5.11 Период испытания завершается через  $t'_1 + 30$  минут после начала первоначального отбора проб, указанного в пункте 5.1.5.8 выше. Регистрируют временные параметры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения окончательных показателей  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$  применительно к испытанию на зарядку в условиях наличия неисправности, кото-

- рые используются при расчете в соответствии с пунктом 6 настоящего приложения.
- 5.2 Испытание на компонентах
- 5.2.1 Подготовка ПЭАС
- Проводят проверку ПЭАС на старение, с тем чтобы убедиться, что ПЭАС прошла не менее 5 стандартных циклов (как указано в пункте 6.2.1).
- 5.2.2 Разрядка ПЭАС
- ПЭАС разряжают на  $70\% \pm 5\%$  от номинальной мощности системы. Разрядка прекращается при достижении минимальной СЗ в соответствии с указанием изготовителя.
- 5.2.3 Выдерживание
- Не позже чем через 15 минут после завершения операции разрядки ПЭАС, указанной в пункте 5.2.2 выше, и до начала испытания на выброс водорода ПЭАС выдерживают при температуре  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$  в течение минимум 12 часов и максимум 36 часов.
- 5.2.4 Испытание на выброс водорода в условиях обычной зарядки
- 5.2.4.1 До завершения периода выдерживания ПЭАС измерительную камеру в течение нескольких минут продувают воздухом для получения стабильного водородного фона. На этот же период во внутреннем пространстве камеры также приводят в действие воздухосмесительный(ые) вентилятор(ы).
- 5.2.4.2 Непосредственно перед началом испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.2.4.3 По завершении периода выдерживания ПЭАС помещают в измерительную камеру.
- 5.2.4.4 ПЭАС заряжают в соответствии с обычной процедурой зарядки, указанной в пункте 5.2.4.7 ниже.
- 5.2.4.5 Не позже чем через две минуты с момента начала этапа обычной зарядки камеру закрывают и герметизируют при помощи электрического блокировочного устройства.
- 5.2.4.6 Отсчет периода обычной зарядки для целей испытания на выброс водорода начинают с момента герметизации камеры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения первоначальных показателей  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  применительно к испытанию в условиях обычной зарядки.
- Эти значения используют при расчете уровня выбросов водорода (пункт 6 настоящего приложения). На протяжении периода обычной зарядки температура среды  $T$  во внутреннем пространстве камеры должна быть не меньше 291 К и не больше 295 К.
- 5.2.4.7 Обычная процедура зарядки
- Обычная зарядка осуществляется с использованием соответствующего зарядного устройства и включает следующие этапы:
- зарядка при постоянной мощности в течение  $t_1$ ;
  - избыточная зарядка при постоянной силе тока в течение  $t_2$ . Интенсивность избыточной зарядки указывается изготовителем и соответствует величине, предписанной при использовании зарядного устройства с уравнивающим зарядом.

Критерии прекращения зарядки ПЭАС соответствуют автоматическому отключению зарядного устройства с учетом времени зарядки  $t_1 + t_2$ . Это время зарядки будет ограничиваться  $t_1 + 5$  ч., даже если соответствующие приборы указывают водителю на то, что ПЭАС зарядилась еще не полностью.

- 5.2.4.8 Непосредственно перед завершением испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.2.4.9 Период отбора проб выбросов завершается через  $t_1 + t_2$  или  $t_1 + 5$  ч. после начала первоначального отбора проб, указанного в пункте 5.2.4.6 выше. Регистрируют различные временные параметры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения окончательных показателей  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$  применительно к испытанию в условиях обычной зарядки, которые используются при расчете в соответствии с пунктом 6 настоящего приложения.
- 5.2.5 Испытание на выброс водорода при неисправном зарядном устройстве
- 5.2.5.1 Процедуру испытания начинают не позже чем через семь дней после завершения испытания, указанного в пункте 5.2.4 выше; процедуру начинают с разрядки ПЭАС транспортного средства в соответствии с пунктом 5.2.2 выше.
- 5.2.5.2 Этапы процедуры по пункту 5.2.3 выше повторяют еще раз.
- 5.2.5.3 До завершения периода выдерживания измерительную камеру в течение нескольких минут продувают воздухом для получения стабильного водородного фона. На этот же период во внутреннем пространстве камеры также приводят в действие воздусмесительный(ые) вентилятор(ы).
- 5.2.5.4 Непосредственно перед началом испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.2.5.5 По завершении выдерживания ПЭАС помещают в измерительную камеру.
- 5.2.5.6 ПЭАС заряжают в соответствии с процедурой зарядки в условиях наличия неисправности, как указано в пункте 5.2.5.9 ниже.
- 5.2.5.7 Не позже чем через две минуты с момента начала этапа зарядки в условиях наличия неисправности камеру закрывают и герметизируют при помощи электрического блокировочного устройства.
- 5.2.5.8 Отсчет периода зарядки в условиях наличия неисправности для целей испытания на выброс водорода начинают с момента герметизации камеры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения первоначальных показателей  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  применительно к испытанию на зарядку в условиях наличия неисправности.
- Эти значения используют при расчете уровня выбросов водорода (пункт 6 настоящего приложения). На протяжении периода зарядки в условиях наличия неисправности температура среды  $T$  во внутреннем пространстве камеры должна быть не меньше 291 К и не больше 295 К.
- 5.2.5.9 Процедура зарядки в условиях наличия неисправности
- Зарядка в условиях наличия неисправности осуществляется с использованием соответствующего зарядного устройства и включает следующие этапы:
- а) зарядка при постоянной мощности в течение  $t'_1$ ;

- b) зарядка при максимальной силе тока в соответствии с рекомендациями изготовителя в течение 30 минут. Во время этой фазы зарядное устройство дает максимальный ток в соответствии с рекомендациями изготовителя.
- 5.2.5.10 Непосредственно перед завершением испытания водородный анализатор выставляют на ноль и калибруют.
- 5.2.5.11 Период испытания завершается через  $t'_1 + 30$  минут после начала первоначального отбора проб, указанного в пункте 5.2.5.8 выше. Регистрируют временные параметры. Производят замеры концентрации водорода, температуры и барометрического давления для получения окончательных показателей  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$  применительно к испытанию на зарядку в условиях наличия неисправности, которые используются при расчете в соответствии с пунктом б ниже.

## 6. Расчет

Испытания на выброс водорода, описание которых приводится в пункте 5 выше, позволяют рассчитать уровень выбросов водорода на этапах обычной зарядки и зарядки в условиях наличия неисправности. Уровень выбросов водорода на каждом из этих этапов рассчитывают исходя из первоначальных и окончательных значений концентрации водорода, температуры и давления во внутреннем пространстве, а также с учетом полезного объема камеры.

Используется приведенная ниже формула:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left( \frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right),$$

где:

- $M_{H_2}$  – масса водорода, в граммах;
- $C_{H_2}$  – замеренная концентрация водорода во внутреннем пространстве, в млн.<sup>-1</sup> к объему;
- $V$  – полезный объем камеры в кубических метрах (м<sup>3</sup>), скорректированный с учетом объема транспортного средства при открытых окнах и багажном отделении. Если объем транспортного средства не определяется, то из общего объема вычитается величина в 1,42 м<sup>3</sup>;
- $V_{out}$  – компенсационный объем, в м<sup>3</sup>, при испытательной температуре и испытательном давлении;
- $T$  – температура среды в камере, в К;
- $P$  – абсолютное давление во внутреннем пространстве камеры, в кПа;
- $k$  – 2,42,

где:  $i$  – первоначальные показания,  
 $f$  – окончательные показания.

## 6.1 Результаты испытания

Выбросы водорода по массе для ПЭАС:

- $M_N$  – выброс водорода по массе применительно к испытанию в условиях обычной зарядки, в г;
- $M_D$  – выброс водорода по массе применительно к испытанию при зарядке в условиях наличия неисправности, в г.

## Приложение 1 - Добавление 1

### Калибровка оборудования для проведения испытания на выброс водорода

1. Периодичность и методы калибровки  
Первоначальному использованию всего оборудования предшествует его калибровка, которая затем проводится с необходимой периодичностью и в любом случае за месяц до проведения испытания на официальное утверждение типа. Описание подлежащих использованию методов калибровки приводится в настоящем добавлении.
2. Калибровка внутреннего пространства камеры
  - 2.1 Первоначальное определение объема внутреннего пространства камеры
    - 2.1.1 Перед началом использования камеры следующим образом определяют ее внутренний объем. Производят тщательное измерение внутренних размеров камеры с учетом таких любых неровностей, как ребра жесткости. На основе этих измерений определяется внутренний объем камеры.  
Внутреннее пространство доводят до определенного объема и фиксируют в этом положении, причем внутри этого пространства поддерживается температура 293 К. Должна обеспечиваться повторяемость этого номинального объема с точностью  $\pm 0,5\%$  от указанной величины.
    - 2.1.2 Полезный внутренний объем определяют путем вычитания из общего внутреннего объема камеры величины, равной  $1,42 \text{ м}^3$ . В качестве альтернативы вместо величины  $1,42 \text{ м}^3$  может использоваться объем испытуемого транспортного средства при открытых окнах и багажном отделении либо ПЭАС.
    - 2.1.3 Проверку камеры проводят в соответствии с предписаниями пункта 2.3 настоящего приложения. Если несоответствие между массой водорода и массой нагнетаемого газа превышает  $\pm 2\%$ , то требуется соответствующая регулировка.
  - 2.2 Определение уровня фоновых выбросов в камере  
Эта операция позволяет удостовериться в том, что в камере не содержится никаких материалов, выделяющих значительное количество водорода. Проверку проводят при вводе камеры, ограничивающей внутреннее пространство, в эксплуатацию, после проведения во внутреннем пространстве любых операций, способных повлиять на уровень фоновых выбросов, и с периодичностью по крайней мере один раз в год.
    - 2.2.1 Допускается использование внутреннего пространства переменного объема либо с фиксацией, либо без фиксации его конфигурации, как описано в пункте 2.1.1 выше. В продолжение 4-часового периода, упоминаемого ниже, поддерживают температуру среды  $293 \text{ К} \pm 2 \text{ К}$ .
    - 2.2.2 Внутреннее пространство может герметизироваться, и на период до 12 ч, предшествующий началу 4-часового периода отбора фоновых проб, приводят в действие воздухосмесительный вентилятор.
    - 2.2.3 Анализатор (если требуется) калибруют, а затем выставляют на ноль и тарируют.

- 2.2.4 Внутреннее пространство продувают до достижения стабильной концентрации водорода, причем приводят в действие воздусмесительный вентилятор, если он еще не включен.
- 2.2.5 Затем камеру герметизируют и производят замеры фоновой концентрации водорода, температуры и барометрического давления. Эти первоначальные показатели  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  используются при расчетах для определения фонового уровня во внутреннем пространстве.
- 2.2.6 В продолжение последующего 4-часового периода во внутреннем пространстве при работающем воздусмесительном вентиляторе не производят никаких манипуляций.
- 2.2.7 По истечении этого времени измеряют концентрацию водорода в камере с использованием того же анализатора. Производят также замеры температуры и барометрического давления для получения окончательных показателей  $C_{H_2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$ .
- 2.2.8 Изменение массы водорода во внутреннем пространстве рассчитывают с учетом времени испытания в соответствии с пунктом 2.4 настоящего приложения, и оно не должно превышать 0,5 г.
- 2.3 Калибровка камеры и ее испытание на удержание водорода
- Калибровка камеры и ее испытание на удержание водорода предполагают проверку на предмет соответствия расчетному объему (пункт 2.1 настоящего приложения), а также измерение скорости любой утечки. Скорость утечки из камеры, ограничивающей внутреннее пространство, определяют при вводе ее в эксплуатацию после проведения во внутреннем пространстве любых операций, способных повлиять на целостность оболочки, а впоследствии – по крайней мере ежемесячно. Если шесть последовательно проведенных ежемесячных проверок на удержание дают удовлетворительные результаты без необходимости какой-либо регулировки, то впоследствии скорость утечки из внутреннего пространства можно определять один раз в квартал при условии, что никакой соответствующей регулировки не требуется.
- 2.3.1 Внутреннее пространство продувают до достижения стабильной концентрации водорода. При этом приводят в действие воздусмесительный вентилятор, если он еще не включен. Водородный анализатор выставляют на ноль, калибруют, если это требуется, и тарируют.
- 2.3.2 Внутреннее пространство доводят до номинального объема и фиксируют в этом положении.
- 2.3.3 Затем приводят в действие систему регулирования температуры среды (если она еще не включена), которая должна быть выставлена на первоначальную температуру 293 К.
- 2.3.4 Как только температура во внутреннем пространстве стабилизируется на уровне  $293\text{ K} \pm 2\text{ K}$ , внутреннее пространство герметизируют и производят замеры фоновой концентрации, температуры и барометрического давления. Эти первоначальные показатели  $C_{H_2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  используются при калибровке внутреннего пространства.
- 2.3.5 Устройство, фиксирующее внутреннее пространство в положении, соответствующем номинальному объему, размыкают.
- 2.3.6 Во внутреннее пространство нагнетают приблизительно 100 г водорода. Эту массу водорода измеряют с точностью  $\pm 2\%$  от измеренного значения.
- 2.3.7 Содержимое камеры перемешивают в течение пяти минут, и затем производят замеры концентрации водорода, температуры и баро-

метрического давления с целью получения окончательных показателей  $C_{H2f}$ ,  $T_f$  и  $P_f$  для калибровки внутреннего пространства, а также первоначальных показателей  $C_{H2i}$ ,  $T_i$  и  $P_i$  для проверки на удержание.

- 2.3.8 На основе показаний, полученных в соответствии с пунктами 2.3.4 и 2.3.7 выше, и с использованием формулы, приведенной в пункте 2.4 ниже, рассчитывают массу водорода во внутреннем пространстве. Она должна составлять в пределах  $\pm 2\%$  от массы водорода, измеренной в соответствии с пунктом 2.3.6 выше.
- 2.3.9 Содержимое камеры перемешивают в течение минимум 10 часов. По истечении этого периода измеряются и регистрируются окончательная концентрация водорода, температура и барометрическое давление. Эти окончательные показатели  $C_{H2f}$ ,  $T_f$ , и  $P_f$  используются для целей проверки на удержание водорода.
- 2.3.10 Затем с использованием формулы, приведенной в пункте 2.4 ниже, и на основе показаний, полученных в соответствии с пунктами 2.3.7 и 2.3.9 выше, рассчитывают массу водорода. Эта масса не должна отличаться более чем на 5% от массы водорода, указанной в пункте 2.3.8 выше.

#### 2.4 Расчет

Расчет чистого изменения массы водорода во внутреннем пространстве производится для определения фонового уровня водорода в камере и скорости утечки. Первоначальные и окончательные показатели концентрации водорода, температуры и барометрического давления используются для расчета изменения по массе по следующей формуле:

$$M_{H_2} = k \times V \times 10^{-4} \times \left( \frac{\left(1 + \frac{V_{out}}{V}\right) \times C_{H2f} \times P_f}{T_f} - \frac{C_{H2i} \times P_i}{T_i} \right),$$

где:

- $M_{H_2}$  – масса водорода, в граммах;
- $C_{H_2}$  – замеренная концентрация водорода во внутреннем пространстве, в млн.<sup>-1</sup> к объему;
- $V$  – объем внутреннего пространства в кубических метрах (м<sup>3</sup>), замеренный в соответствии с пунктом 2.1.1 выше;
- $V_{out}$  – компенсационный объем, в м<sup>3</sup>, при испытательной температуре и испытательном давлении;
- $T$  – температура среды в камере, в К;
- $P$  – абсолютное давление во внутреннем пространстве камеры, в кПа;
- $k$  – 2,42,
- где:  $i$  – первоначальные показания,  
 $f$  – окончательные показания.

#### 3. Калибровка водородного анализатора

Калибровка анализатора должна производиться с использованием примешанного к воздуху водорода и очищенного синтетического воздуха. См. пункт 4.8.2 приложения 1.

Калибровку каждого из обычно используемых рабочих диапазонов производят в соответствии с нижеследующей процедурой.

- 3.1 Берется по крайней мере пять как можно более равномерно разнесенных по рабочему диапазону калибровочных точек, по которым вычерчивается калибровочная кривая. Номинальная концентрация калибровочного газа с наибольшей концентрацией составляющих элементов должна соответствовать по крайней мере 80% предельного показания шкалы.
- 3.2 Производится расчет калибровочной кривой с использованием метода наименьших квадратов. Если результирующая степень многочлена превышает 3, то в этом случае количество калибровочных точек должно соответствовать по крайней мере числу, отражающему степень многочлена, плюс 2.
- 3.3 Отклонение калибровочной кривой от номинального значения по каждому калибровочному газу не должно превышать 2%.
- 3.4 С учетом коэффициентов многочлена, полученных в соответствии с пунктом 3.2 выше, составляется таблица показаний анализатора в зависимости от фактических значений концентрации по итерациям, размер которых не превышает 1% полной шкалы. Такую процедуру осуществляют применительно к каждому калибруемому диапазону анализатора.

В этой таблице указываются также другие соответствующие данные, а именно:

  - a) дата калибровки;
  - b) интервал значений и нулевой отсчет потенциометра (когда это применимо);
  - c) номинальная шкала;
  - d) справочные данные по каждому используемому калибровочному газу;
  - e) фактическое и указанное значения по каждому используемому калибровочному газу вместе с процентными отклонениями;
  - f) калибровочное давление анализатора.
- 3.5 Допускается использование альтернативных средств (например, компьютера, электронного переключателя диапазонов), если техническая служба имеет возможность удостовериться, что эти методы обеспечивают эквивалентную точность.

## Приложение 2

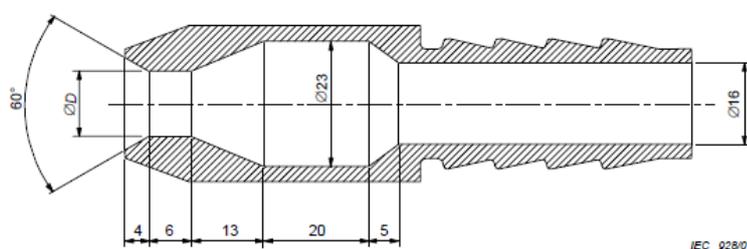
### **Метод проверки для подтверждения проводящими испытания органами документально подкрепленного соответствия сопротивления изоляции электрооборудования транспортного средства после воздействия влаги**

В настоящем приложении описывается не порядок проведения физического испытания, а излагаются применимые требования, предъявляемые к проводимой изготовителем сертификации высоковольтного оборудования или компонентов системы на влагостойкость. Как правило, электрооборудование или компоненты транспортного средства должны отвечать требованиям, указанным в пунктах 5.1.1.1 или 7.1.1.1 – «Защита от прямого контакта», 5.1.1.2 или 7.1.1.2 – «Защита от непрямого контакта» и 5.1.1.2.4 или 7.1.1.2.4 соответственно. Проводящий испытания орган проводит проверку на соответствие сопротивления изоляции и на защиту от негативного воздействия влаги по отдельности. Изготовители транспортных средств представляют проводящим испытаниям органам информацию для целей установления, в качестве отправной точки, мест монтажа каждого высоковольтного компонента в/на транспортном средстве.

1. Документация должна содержать следующую информацию:
  - a) порядок проведения изготовителем испытания на проверку соответствия сопротивления изоляции электрооборудования транспортного средства с использованием пресной воды;
  - b) каким образом, уже после испытания, проводилась проверка высоковольтного(й) компонента или системы на попадание в него (нее) воды и насколько, с учетом места монтажа, каждый высоковольтный компонент/высоковольтная система соответствует требуемой степени защиты от воздействия влаги.
2. Проводящий испытание орган проверяет и подтверждает достоверность зафиксированных в документах условий, которые обеспечивались и подлежали соблюдению в процессе проводимой изготовителем сертификации.
  - 2.1 В ходе испытания допускается частичная конденсация влаги, накапливающейся внутри кожуха. Возможное осаждение росы не считается попаданием воды. Для целей испытаний площадь поверхности испытываемого(й) высоковольтного(й) компонента или системы рассчитывают с точностью  $\pm 10\%$ . По возможности испытываемый(ая) компонент или система должен (должна) находиться под напряжением; в этом случае принимают надлежащие меры предосторожности.
  - 2.2 В случае электрических компонентов, прикрепленных извне (например, в моторном отделении), открытых с нижней стороны и расположенных как в незащищенных, так и защищенных местах, проводящий испытание орган – в целях подтверждения соответствия – проверяет, проводится ли испытание путем опрыскивания высоковольтного(й) компонента или системы со всех возможных сторон струей воды с использованием стандартного испытательного наконечника, как показано на рис. 1. В ходе испытания должны выдерживаться, в частности, следующие параметры:
    - a) внутренний диаметр наконечника: 6,3 мм;
    - b) расход воды: 11,9–13,2 л/мин.;

- с) давление воды на выходе из наконечника: примерно 30 кПа (0,3 бара);
- д) продолжительность испытания в расчете на м<sup>2</sup> площади поверхности испытуемого(й) высоковольтного(й) компонента или системы: 1 мин.;
- е) минимальная продолжительность испытания: 3 мин.;
- ф) расстояние от наконечника до поверхности испытуемого(й) высоковольтного(й) компонента или системы: примерно 3 м (при необходимости, это расстояние может быть уменьшено для обеспечения надлежащего смачивания в ходе опрыскивания снизу вверх).

Рис. 1  
Стандартный наконечник для проведения испытания

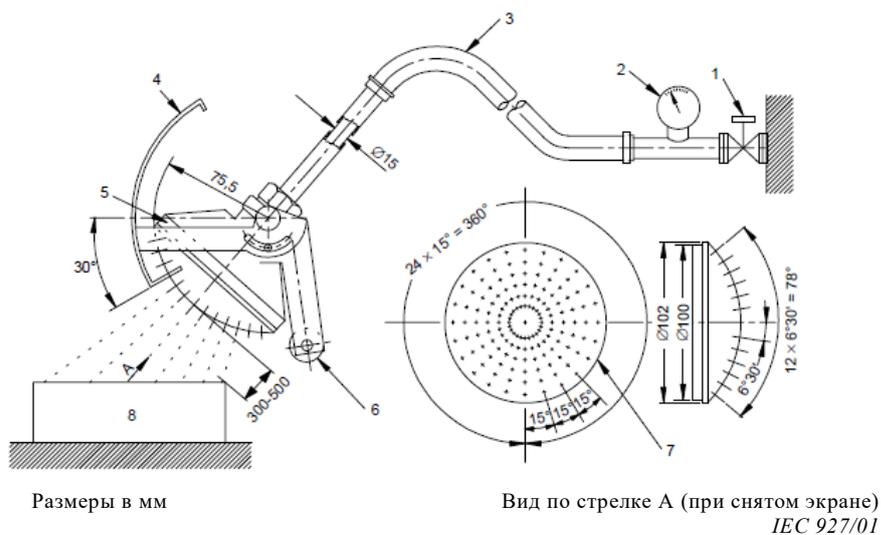


Размеры в мм

$D$  – 6,3 мм, как указано в подпункте а) выше

- 2.3 В случае электрических компонентов, прикрепленных извне (например, в моторном отделении) и закрытых с нижней стороны, проводящий испытание орган – в целях подтверждения соответствия – проверяет:
- а) защищает ли предохранительная крышка компонент от прямой струи воды, направляемой на днище, и не видна ли она;
  - б) проводится ли испытание с использованием разбрызгивающего испытательного наконечника, как показано на рис. 2;
  - с) сдвинут ли подвижный экран, закрывающий распылительный наконечник, и опрыскивается ли устройство со всех возможных сторон;
  - д) отрегулировано ли давление воды на обеспечение расхода  $(10 \pm 0,5)$  л/мин. (давление примерно 80–100 кПа (0,8–1,0 бар));
  - е) составляет ли продолжительность испытания в расчете на м<sup>2</sup> исчисленной площади поверхности устройства (исключая любые опорные поверхности и ребра охлаждения) одну минуту при минимальной продолжительности пять минут.

Рис. 2  
Разбрызгивающий испытательный наконечник



Обозначения:

- |   |                             |   |   |
|---|-----------------------------|---|---|
| 1 | Вентиль                     | 7 | Латунный распылительный наконечник, имеющий 121 отверстие диаметром 0,5 мм: |
| 2 | Манометр                    | 1 | отверстие в центре  |
| 3 | Шланг                       | 2 | внутренних контура по 12 отверстий с углом раствора конуса 30°              |
| 4 | Алюминиевый подвижный экран | 4 | внешних контура по 24 отверстия с углом раствора конуса 15°                 |
| 5 | Распылительный наконечник   | 8 | Испытуемое устройство   |
| 6 | Противовес                  |   |   |

3. Вся высоковольтная система или каждый ее элемент проверяется на соответствие требованиям в отношении сопротивления изоляции по пункту 5.1.1.2.4 или 7.1.1.2.4 при следующих условиях:
  - а) электрическую массу имитируют посредством жесткого токопровода, т.е. металлической пластины, с прикреплением компонентов с помощью соответствующих стандартных крепежных устройств;
  - б) кабели, если они предусмотрены, подсоединяют к компоненту.
4. Смачивания частей, которые не предназначены для работы во влажном состоянии, не допускается, равно как и не допускается скапливания внутри высоковольтного(й) элемента или системы воды, способной достичь их.