ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ГОСТ Р 58366— 2019/ IEC TR 62660-4: 2017

АККУМУЛЯТОРЫ ЛИТИЙ-ИОННЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Часть 4

Альтернативные методы испытаний на внутреннее короткое замыкание по МЭК 62660-3

(IEC TR 62660-4:2017, IDT)

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Национальной ассоциацией производителей источников тока «РУСБАТ» (Ассоциация «РУСБАТ») на основе собственного перевода на русский язык англоязычной версии документа, указанного в пункте 4

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 044 «Аккумуляторы и батареи»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 7 марта 2019 г. № 80-ст

4 Настоящий стандарт идентичен международному документу IEC TR 62660-4:2017 «Аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств. Часть 4. Альтернативные методы испытаний на внутреннее короткое замыкание по МЭК 62660-3» (IEC TR 62660-4:2017 «Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles — Part 4: Candidate alternative test methods for the internal short circuit test of IEC 62660-3», IDT).

При применении настоящего стандарта рекомендуется использовать вместо ссылочных международных стандартов соответствующие им национальные стандарты, сведения о которых приведены в дополнительном приложении ДА

5 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

6 Некоторые положения настоящего стандарта могут являться объектами патентных прав. Международная электротехническая комиссия (IEC) не несет ответственности за идентификацию подобных патентных прав

*Правила применения настоящего стандарта установлены в статье 26 Федерального закона от 29 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации». Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, оформление, 2019

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 1
3 Термины и определения . . . 1
4 Общие положения для альтернативного испытания . . . 2
5 Альтернативный метод испытаний . . . 2
Приложение А (справочное) Данные испытаний . . . 6
Приложение ДА (справочное) Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам . . . 28

Введение

МЭК 62660-3 содержит методы испытаний и критерии приемки для показателей безопасности литий-ионных аккумуляторов и блоков, предназначенных для приведения в движение электромобилей (ЭМ, EV), включая батареи аккумуляторных (ЭМА, BEV) и гибридных (ЭМГ, HEV) электромобилей. МЭК 62660-3 определяет испытание на внутреннее короткое замыкание для имитации внутреннего короткого замыкания аккумулятора, вызванного загрязнением проводящими частицами, на основе МЭК 62619. Поскольку метод испытаний, основанный на МЭК 62619, требует открытия аккумулятора и тщательного обращения с ним, отрасль нуждается в альтернативных методах испытаний, которые также могут применяться при определенных условиях. В настоящем стандарте представлены варианты альтернативных методов испытаний.

Примечание — Это испытание должно проводиться на объекте, который может выдерживать потенциально опасные события, вплоть до взрыва, и силами персонала, обученного для управления рисками.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

АККУМУЛЯТОРЫ ЛИТИЙ-ИОННЫЕ ДЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ДОРОЖНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Часть 4

Альтернативные методы испытаний на внутреннее короткое замыкание по МЭК 62660-3

Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles.
Part 4. Alternative test methods for the internal short circuit test of IEC 62660-3

Дата введения — 2019—08—01

1 Область применения

В настоящем стандарте приведены данные об альтернативных методах испытаний на внутреннее короткое замыкание в соответствии с 6.4.4.2.2 МЭК 62660-3:2016. Испытание на внутреннее короткое замыкание предназначено для моделирования внутреннего короткого замыкания аккумулятора, вызванного загрязнением проводящими частицами, а также для проверки безопасности работы аккумулятора при возникновении таких условий.

Настоящий стандарт применим к вторичным литий-ионным аккумуляторам и аккумуляторным блокам, используемым для движения ЭМ, включая ЭМА и ЭМГ.

Примечание — Настоящий стандарт не распространяется на цилиндрические аккумуляторы.

2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие международные стандарты. Для датированных ссылок следует использовать только указанное издание ссылочного стандарта, для недатированных ссылок — последнее издание, включая все поправки к нему:

IEC 62619:2017, Secondary cells and batteries containing alkaline or other non-acid electrolytes — Safety requirements for secondary lithium cells and batteries, for use in industrial applications (Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для промышленных применений)

IEC 62660-3:2016, Secondary lithium-ion cells for the propulsion of electric road vehicles — Part 3: Safety requirements (Аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств. Часть 3. Требования безопасности)

3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины по МЭК 62660-3.

ИСО и МЭК ведут терминологические базы данных для использования в стандартизации по следующим адресам:

- электропедия МЭК: доступна на gost.e-ecolog.ru ;
- платформа онлайн-просмотра ИСО: доступна на gost.e-ecolog.ru .

Издание официальное

4 Общие положения для альтернативного испытания

Испытание на внутреннее короткое замыкание определено в 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016. По согласованию между потребителем и поставщиком могут быть выбраны другие методы испытаний имитации внутреннего короткого замыкания аккумулятора, вызванного загрязнением проводящими частицами, если удовлетворяются следующие критерии:

a) деформация корпуса не должна влиять на событие короткого замыкания аккумулятора термически или электрически. Энергия не должна рассеиваться никаким другим коротким замыканием, кроме межэлектродного короткого замыкания;

b) внутреннее короткое замыкание между положительным и отрицательным электродами должно быть смоделировано только в одном месте между двумя электродами (цель);

c) должна быть смоделирована примерно такая же площадь области короткого замывания, как и в 7.3.2 b) МЭК 62619:2017;

d) расположения мест короткого замыкания в аккумуляторе должны быть такими же, как описано в 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016;

e) испытание должно быть воспроизводимым (см. таблицу 1 МЭК 62619:2017).

До проведения испытания подробные условия и параметры альтернативного испытания должны быть согласованы потребителем и изготовителем аккумуляторов, чтобы вышеуказанные критерии могли быть удовлетворены. Результат испытания оценивают путем разборки аккумулятора, наблюдения в рентгеновских лучах и т. д.

Если результат испытания показывает, что короткое замыкание произошло более чем в одном межэлектродном слое или имеет большую площадь короткого замыкания, испытание может считаться пригодным альтернативным испытанием при условии соответствия критериям требований 6.4.4.3 МЭК 62660-3:2016. Неудача в альтернативном испытании не означает отказ в испытании в соответствии с 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016, поскольку условия альтернативного испытания могут быть более тяжелыми, чем предписанные критерии.

Примечание — В случае если внутреннее короткое замыкание невозможно смоделировать, испытание недействительно и данные об этом сообщаются.

5 Альтернативный метод испытаний

5.1 Описание альтернативного метода испытаний

5.1.1 Общие положения

В качестве кандидата альтернативных методов испытаний в разделе 4 ниже описан метод испытания на внутреннее короткое замыкание, вызванное вдавливанием. В таблице 1 приведены рекомендуемые параметры проведения испытания.

Таблица 1 — Рекомендуемые параметры

Параметр испытаний	Рекомендация
Температура испытания (температура испытательного стенда и аккумулятора)	(25 ± 5) °C
Степень заряженности (СЗ) аккумулятора	Максимальное значение СЗ, указанное изготовителем аккумулятора
Скорость прессования	0,1 мм/с или менее
Точность прессования	± 0,01 мм/с
Стабильность положения после повышения давления	± 0,02 мм
Максимальное усилие, развиваемое прессом	1000 Н или более
Метод измерения давления	Непосредственно измеряется с помощью тензодатчика
Периодичность измерения давления	5 мс или менее
Периодичность измерения температуры	1 с или менее

Окончание таблицы 1

Параметр испытаний	Рекомендация
Периодичность измерения напряжения	5 мс или менее
Время остановки индентора после обнаружения падения напряжения	100 мс или менее

5.1.2 Подготовка и настройка испытания

5.1.2.1 Подготовка аккумуляторов

Для плоских или пакетных аккумуляторов подготовка не требуется.

Для призматических аккумуляторов с жестким корпусом корпус может быть утончен или удален соответствующим методом, рекомендованным изготовителем аккумулятора. Утончение или удаление корпуса должно быть проведено до заряда и регулировки СЗ аккумулятора. Эту операцию следует проводить с учетом всех необходимых мер безопасности.

5.1.2.2 Настройка испытания

Аккумулятор следует размещать таким образом, чтобы он не мог перемещаться во время испытания. Аккумулятор должен быть электрически изолирован от испытательного оборудования.

В случае испытания плоского или пакетного аккумулятора следует применять устройства для их фиксации. На рисунках 1 и 2 показаны примеры устройства фиксации.

Рисунок 1 — Пример испытательной установки 1

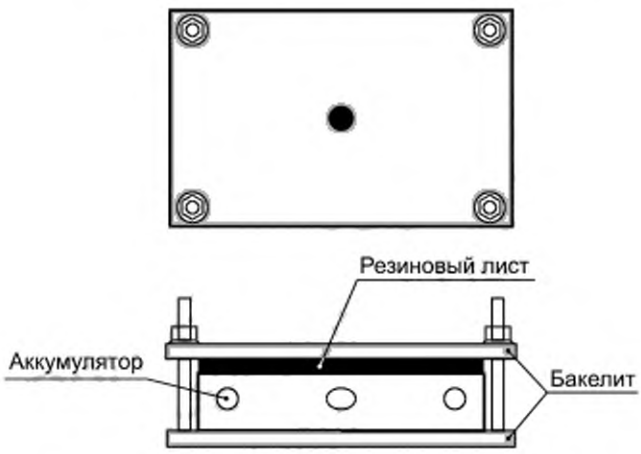


Рисунок 2 — Пример испытательной установки 2

5.1.2.3 Устройство вдавливания

5.1.2.3.1 Общие положения

В этом альтернативном методе испытаний предлагаются два типа устройств вдавливания (инденторов), определение которых приведено в 5.1.2.3.2 и 5.1.2.3.3.

5.1.2.3.2 Тип 1: керамический гвоздь 3 мм

Индентор типа 1 представляет собой керамический гвоздь диаметром (3 ± 0,2) мм. Угол наконечника гвоздя должен составлять (45 ± 3)°. На рисунке 1 показан пример ориентации керамического гвоздя по отношению к слоям электродов аккумулятора во время надавливания.

5.1.2.3.3 Тип 2: керамический гвоздь 1 мм с наконечником из никеля

Индентор типа 2 представляет собой керамический гвоздь диаметром (1,0 ± 0,1) мм с наконечником из никеля (Ni) высотой 0,35 мм. Угол наконечника гвоздя с Ni должен составлять от 28° до 45° (см. рисунки 3 и 4).

Керамический гвоздь с наконечником из Ni применяют для призматических аккумуляторов с жесткой оболочкой и плоских, а также пакетных аккумуляторов.

Испытание с использованием индентора типа 1 не применимо к аккумуляторам, у которых корпус используется как часть электродов. Если корпус снят, то это испытание может быть применено.

Размеры в миллиметрах

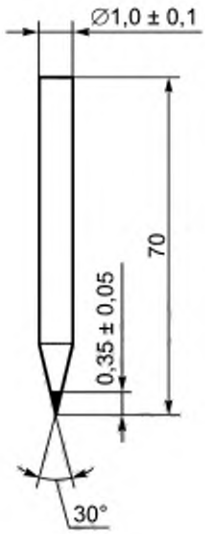


Рисунок 3 — Пример керамического гвоздя с наконечником из Ni

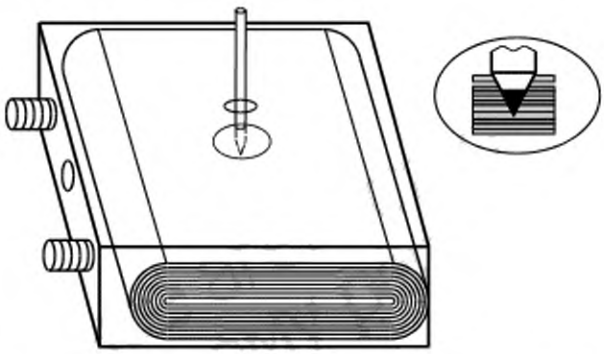


Рисунок 4 — Пример испытания с применением керамического гвоздя с наконечником из Ni

5.1.3 Проведение испытания

Испытание необходимо проводить следующим образом:

a) Аккумулятор следует подготовить в соответствии с 5.1.2.1.

b) СЗ аккумулятора следует привести к значению максимального СЗ, указанного изготовителем аккумулятора в соответствии с 5.3 МЭК 62660-3:2016.

c) Затем аккумулятор должен быть установлен на испытательную установку в соответствии с 5.1.2.2. Устройство вдавливания должно быть выбрано в соответствии с 5.1.2.3 на основе соглашения

между потребителем и поставщиком. Индентор должен располагаться перпендикулярно слоям электродов аккумулятора. Аккумулятор или индентор должны двигаться вдоль этой перпендикулярной оси. Место вдавливания должно быть таким же, как указано в МЭК 62660-3:2016.

d) Затем следует нажать индентором на аккумулятор или аккумулятором на индентор с постоянной скоростью менее 0,1 мм/с. Смещение индентора должно быть остановлено при обнаружении падения напряжения не менее 5 мВ. Допускается использовать падение напряжения менее 5 мВ, если используется высокоточный измеритель напряжения и может быть подтверждено фактическое местоположение короткое замыкания при проверке после окончания испытания. Точность измерителя напряжения должна быть документирована. Если падение напряжения не менее 5 мВ не обнаружено до момента, когда индентор будет вжат до половины толщины аккумулятора, испытание должно быть остановлено. Такое испытание считается недействительным и должно быть повторено.

e) После того как вжатие прекращено, индентор должен оставаться на месте до конца периода наблюдения. Во время испытания необходимо записать напряжение на аккумуляторе, силу нажатия, величину хода пресса и температуру аккумулятора. Температуру аккумулятора следует измерять на его поверхности на расстоянии менее 25 мм от центра углубления. Периодичность записи данных о напряжении и давлении должна составлять не более 5 мс. Периодичность записи других параметров должна составлять не более 1 с.

5.1.4 Критерии приемки

Во время испытания и в течение 1 ч наблюдения аккумулятор не должен иметь признаков воспламенения или взрыва.

Приложение А
(справочное)

Данные испытаний

А.1 Общие положения

В настоящем приложении представлена информация о результатах испытаний, проведенных в соответствии с разделом 5, и о результатах соответствующих сравнительных испытаний.

Воспроизводимость каждого результата испытания подтверждается на нескольких конструкциях аккумуляторов. Дальнейшие данные испытаний необходимо оценивать с помощью аккумуляторов, которые не прошли испытание в 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016 и т. д.

А.2 Данные испытаний

А.2.1 Результаты испытаний

В таблице А.1 показан результат испытаний на внутреннее короткое замыкание на нескольких типах аккумуляторов с использованием инденторов, описанных в 5.1.2.3, и других типов инденторов для сравнения. Также в качестве сравнительного было проведено испытание на принудительное внутреннее короткое замыкание (КЗВП) по 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016.

Все аккумуляторы, приведенные в таблице А.1, не показали никаких признаков воспламенения или взрыва и соответствовали критериям приемки 5.1.4.

В большинстве испытаний, кроме испытания КЗВП, количество короткозамкнутых слоев более одного слоя, а также не постоянно среди одних и тех же аккумуляторов.

Дополнительные данные каждого испытания показаны в А.2.2.

Таблица А.1 — Результаты испытаний на внутреннее короткое замыкание

Номер испытания	Тип индендора или КЗВП	Аккумулятор	Химия, или емкость, или применение (ЭМГ/ЭМГП/ЭМА)	Тип аккумулятора и толщина корпуса	Скорость вдавливания, мм/с	Заданное падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Результаты испытаний					
							Падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Повышение температуры, °С	Количество короткозамкнутых слоев	Пройден/не пройден	Дополнительная информация	Номер рисунка
1-1	КЗВП[d]	A	HC[a]/MNC[b], 5 А·ч, ЭМГ	Призматический	0,1	5	5	< 1	+[e]:2, −[f]:2	Пройден		A.1
1-2					0,1	5	3	4	+:1, −:2	Пройден		A.2
1-3					0,1	5	12	< 1	+:1, −:2	Пройден		A.3
2-1	Тип 2				0,1	5	7	23	+:4, −:4	Пройден		A.4
2-2	Тип 2	B	SC[c]/MNC, 5 А·ч, ЭМГ	Призматический	0,1	5	6	35	+:5, −:5	Пройден		A.5
2-3					0,1	2	2	2	+:3, −:3	Пройден		A.6
3-1	Полностью керамические гвозди ø1	A	HC/MNC, 5 А·ч, ЭМГ	Призматический	1,0	25	20	20	+:7, −:6	Пройден		A.7
3-2	Тип 2				1,0	25	30	19	+:8, −:8	Пройден		A.8
4	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником				0,1	2	2,4	0,9	+:2, −:3	Пройден		A.10
5-1					0,1	5	13,4	7,5	+:3, −:4	Пройден		A.11
5-2					0,1	20	21,4	21,4	+:8, −:8	Пройден		A.12

Продолжение таблицы А.1

Номер испытания	Тип индендора или КЗВП	Аккумулятор	Химия, или емкость, или применение (ЭМГ/ЭМГП/ЭМА)	Тип аккумулятора и толщина корпуса	Скорость вдавливания, мм/с	Заданное падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Результаты испытаний					
							Падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Повышение температуры, °С	Количество короткозамкнутых слоев	Пройден/не пройден	Дополнительная информация	Номер рисунка
6-1	Тип 2	C	ЭМА	Пакетный	0,01	2	2	49	+:4, −:4	Пройден		А.13
6-2							3	0,3	+:2, −:2	Пройден		
6-3							12	0,1	+:1, −:2	Пройден		
6-4							6	47	+:1, −:1	Пройден		
6-5							3	52	+:3, −:3	Пройден		
7-1	Тип 2	D	ЭМГ	Пакетный	0,01	2	10		+:3, −:3	Пройден		А.14
7-2							4		+:3, −:4	Пройден		
7-3							6	34	+:3, −:4	Пройден		
7-4							10	43	+:3, −:4	Пройден		
7-5							6	31	+:2, −:3	Пройден		
8-1	Полностью керамические гвозди ø3 + угол 20°	C	ЭМА	Пакетный	0,01	2	1	47	+:5, −:5	Пройден		А.15
8-2							1	53	+:5, −:6	Пройден		
8-3							1	41	+:4, −:4	Пройден		
8-4	Тип 1						2	32	+:4, −:5	Пройден		
8-5	Тип 1						1	31	+:3, −:3	Пройден		

Продолжение таблицы А.1

Номер испытания	Тип индендора или КЗВП	Аккумулятор	Химия, или емкость, или применение (ЭМГ/ЭМГП/ЭМА)	Тип аккумулятора и толщина корпуса	Скорость вдавливания, мм/с	Заданное падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Результаты испытаний					
							Падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Повышение температуры, °С	Количество короткозамкнутых слоев	Пройден/не пройден	Дополнительная информация	Номер рисунка
9-1	Полностью керамические гвозди ø3 + угол 20°	D	ЭМГ	Пакетный	0,01	2	5	26	+:2, −:2	Пройден		А.16
9-2							7	36	+:2, −:3	Пройден		
9-3							6	31	+:2, −:3	Пройден		
9-4	Тип 1						5	30	+:2, −:3	Пройден		
9-5	Тип 1						9	71	+:3, −:3	Пройден		
10-1	КЗВП	C	ЭМА	Пакетный	0,01	2	2	< 1	+:1, −:1	Пройден		А.17
10-2	КЗВП	D	ЭМГ	Пакетный	0,01	2	2	< 1	+:1, −:1	Пройден		А.18
11-1	КЗВП	E	Графит/MNC 21,5 А·ч, ЭМГП[g)]	Призматический 0,7 мм	0,01	2	3,1	—	+:0, −:1	Пройден	Отсутствие дыма	А.19
11-2	КЗВП	F	Графит/NCA[h)] 5 А·ч, ЭМГ	Призматический 0,5 мм	0,01	2	1,9	—	+:0, −:1	Пройден	Отсутствие дыма	А.20
12-1	Керамический гвоздь ø1 с Ni наконечником (45°, 1 мм)	E	Графит/MNC 21,5 А·ч, ЭМГП	Призматический 0,7 мм	0,01	2	7,4	—	+:2, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.21
12-2	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (45°, 1 мм)				0,01	2	8,2	—	+:2, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.22
12-3	Тип 2 (30°)				0,01	2	9,6	—	+:2, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.23

Продолжение таблицы А.1

Номер испытания	Тип индендора или КЗВП	Аккумулятор	Химия, или емкость, или применение (ЭМГ/ЭМГП/ЭМА)	Тип аккумулятора и толщина корпуса	Скорость вдавливания, мм/с	Заданное падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Результаты испытаний					
							Падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Повышение температуры, °С	Количество короткозамкнутых слоев	Пройден/не пройден	Дополнительная информация	Номер рисунка
12-4	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (30°, 1 мм)	E	Графит/MNC 21,5 А·ч, ЭМГП	Призматический 0,7 мм	0,01	2	2,1	—	+:1, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.24
12-5	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (45°, 1 мм)				0,1	2	2 362	—		Пройден	Дым	А.25
12-6					0,001	2	8,5	—	+:1, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.26
12-7	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (60°, 1 мм)				0,01	2	2 391	—		Пройден	Дым	А.27
13	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (30°, 1 мм)	F	Графит/NCA 5 А·ч, ЭМГ	Призматический 0,5 мм	0,01	2	52	—	+:1, −:2	Пройден	Отсутствие дыма	А.28
14-1	Керамический гвоздь ø3 с Ni наконечником (45°, 1 мм)	G	Графит/MNC и LMO[i] 60 А·ч, ЭМГП	Призматический 0,85 мм	0,01	2	1 364	—	+:0, −:0	Не пройден	Возгорание	А.29
14-2				Призматический 0,3 мм	0,01	2	1 455	—	+:0, −:0	Не пройден	Возгорание	А.30
14-3	Тип 2 (30°)			Призматический 0,05 мм	0,01	2	9,0	—	+:0, −:0	Пройден	Отсутствие дыма	А.31
14-4				Призматический 0 мм	0,01	2	2,0		+:7, −:8	Пройден	Отсутствие дыма	А.32
14-5				Призматический 0,05 мм	0,1	2	2,0	—	+:4, −:4	Пройден	Отсутствие дыма	А.33

Окончание таблицы А.1

Номер испытания	Тип индендора или КЗВП	Аккумулятор	Химия, или емкость, или применение (ЭМГ/ЭМГП/ЭМА)	Тип аккумулятора и толщина корпуса	Скорость вдавливания, мм/с	Заданное падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Результаты испытаний					
							Падение напряжения в момент остановки индентора, мВ	Повышение температуры, °С	Количество короткозамкнутых слоев	Пройден/не пройден	Дополнительная информация	Номер рисунка
15-1	Тип 1	H	Графит/MNC 37 А·ч, ЭМГП	Пакетный	0,01	5	2,0	26,4	+:12, −:12	Пройден	Отсутствие дыма	A.34a
15-2					0,01	5	5,0	13,4	+:8, −:8	Пройден	Отсутствие дыма	A.34b
15-3					0,01	5	3,0	36,5	+:4, −:4	Пройден	Отсутствие дыма	A.34c
15-4					0,01	5	5,0	52,8	+:9, −:9	Пройден	Отсутствие дыма	A.34d
15-5					0,01	5	5,0	25,0	+:6, −:6	Пройден	Отсутствие дыма	A.34e
16-1	Тип 2				0,01	5	4,0	27,7	+:9, −:9	Пройден	Отсутствие дыма	A.35a
16-2					0,01	5	5,0	36,3	+:5, −:5	Пройден	Отсутствие дыма	A.35b
16-3					0,01	5	2,0	24,8	+:4, −:4	Пройден	Отсутствие дыма	A.35c
16-4					0,01	5	4,0	23,8	+:7, −:7	Пройден	Отсутствие дыма	A.35d
16-5					0,01	5	3,0	26,6	+:6, −:6	Пройден	Отсутствие дыма	A.35e

a) Твердый углерод.
b) Литированный оксид марганца, никеля, кобальта.
c) Мягкий углерод.
d) Испытание на принудительное внутреннее замыкание (МЭК 62660-3:2016, 6.4.4.2.1).
e) Положительный электрод.
f) Отрицательный электрод.
g) Подзаряжаемый гибридный электромобиль.
h) Никель-кобальт-алюминий.
i) Литированный оксид марганца.

А.2.2 Данные отдельных испытаний

А.2.2.1 Испытания на аккумуляторах А и В

А.2.2.1.1 Результаты испытаний КЗВП на аккумуляторах А

Испытания 1-1, 1-2 и 1-3 в таблице А.1 проведены в соответствии с 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016 с тремя образцами аккумуляторов А (HC/MNC, 5 А·ч для ЭМГ). Данные испытаний показаны на рисунках А.1—А.3 и таблице А.1. На рисунках а показано изменение напряжения и температуры аккумулятора в течение 1 ч, а на рисунках b — изменение напряжения при возникновении короткого замыкания в увеличенном масштабе.

Рисунок А.1 — Напряжение и температура в ходе испытания 1-1[1)]

Рисунок А.2 — Напряжение и температура в ходе испытания 1-2

[1)] Примечание к рисункам А.1—А.12 — Японский автомобильный научно-исследовательский институт (JARI) приобрел эти данные в рамках проекта развития новой энергетической инфраструктуры в 2014 году, который был возложен на Агентство по природным ресурсам и энергетике/Исследовательский институт Mitsubishi, Inc.

Рисунок А.3 — Напряжение и температура в ходе испытания 1-3

А.2.2.1.2 Испытания с индентором типа 2

Испытания 2-1, 2-2 и 2-3 в таблице А.1 проведены в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2 на двух типах аккумуляторов: А и В (SC/MNC, 5 А·ч для применения в ЭМГ). Результаты испытаний показаны на рисунках А.4—А.6 и таблице А.1. Проявления короткого замыкания в испытании 2-1 и 2-2 были более сильными, чем в испытании КЗВП в А.2.2.1.1. Испытание 2-3 было остановлено при падении напряжения на 2 мВ и достигло почти того же результата, что и испытание КЗВП.

Рисунок А.4 — Напряжение и температура в ходе испытания 2-1

Рисунок А.5 — Напряжение и температура в ходе испытания 2-2

Рисунок А.6 — Напряжение и температура в ходе испытания 2-3

А.2.2.1.3 Сравнительные испытания с использованием керамических гвоздей с или без наконечника из Ni

Испытания 3-1 и 3-2 в таблице А.1 проведены на аккумуляторах А с использованием индентора типа 2 и керамического гвоздя диаметром 1 мм с наконечником Ni и без него. Условием окончания испытания было падение напряжения на 20 мВ. Результаты испытаний показаны на рисунках А.7, А.8 и в таблице А.1. Результаты обоих испытаний при наличии и отсутствии наконечника Ni практически одинаковы.

Рисунок А.7 — Напряжение и температура в ходе испытания 3-1

Рисунок А.8 — Напряжение и температура в ходе испытания 3-2

А.2.2.1.4 Сравнение инденторов разного размера

Испытание 4 в таблице А.1 проведено на аккумуляторах А с использованием керамического гвоздя диаметром 3 мм с наконечником из Ni, как показано на рисунке А.9. Индентор автоматически останавливался при обнаружении падения напряжения на 2 мВ или более. Данные испытаний показаны на рисунке А.10 и в таблице А.1.

Рисунок А.9 — Керамический гвоздь диаметром 3 мм с наконечником из Ni

Рисунок А.10 — Напряжение и температура в ходе испытания 4

А.2.2.1.5 Сравнение условия остановки испытания

Испытания 5-1 и 5-2 в таблице А.1 проведены на аккумуляторах А с использованием керамического гвоздя диаметром 3 мм с наконечником из Ni и с различными условиями остановки испытания по падению напряжения. Согласно 5.1.3 индентор должен быть остановлен при обнаружении падения напряжения не менее 5 мВ. Испытание 5-1 было остановлено, когда было обнаружено падение напряжения 5 мВ (см. рисунок А.11), а испытание 5-2 было остановлено, когда было обнаружено падение напряжения 20 мВ (см. рисунок А.12). Данные обоих испытаний показывают, что внутреннее короткое замыкание с меньшим количеством слоев можно моделировать, когда испытание останавливается при меньшем падении напряжения.

Рисунок А.11 — Напряжение и температура в ходе испытания 5-1

Рисунок А.12 — Напряжение и температура в ходе испытания 5-2

А.2.2.2 Испытания на аккумуляторах С и аккумуляторах D

А.2.2.2.1 Испытание с индентором типа 2

Испытания с 6-1 по 6-5 в таблице А.1 проведены в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2 на аккумуляторах С (пакетный аккумулятор для применения в ЭМА). Результаты измерения напряжения приведены на рисунке А.13.

Испытания с 7-1 по 7-5 в таблице А.1 проведены в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2 на аккумуляторах D (пакетный аккумулятор для применения в ЭМГ). Результаты измерения напряжения приведены на рисунке А.14.

Результаты сравнительного испытания согласно 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016 (КЗВП) также показаны в качестве испытаний 10-1 и 10-2 в таблице А.1 и на рисунках А.13, А.14, А.18 и А.19. По сравнению с испытанием КЗВП, испытания 6 и 7 приводили к увеличению значения падения напряжения, повышению температуры и количества короткозамкнутых слоев.

Рисунок А.13 — Напряжение в ходе испытания 6

Рисунок А.14 — Напряжение в ходе испытания 7

А.2.2.2.2 Испытание с индентором типа 1 и сравнение с различными углами наконечника

Испытания от 8-1 до 8-5 в таблице А.1 проведены на аккумуляторах С в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 1 и керамического гвоздя с диаметром 3 мм и углом 20°. Результаты измерения напряжения приведены на рисунке А.15.

Испытания от 9-1 до 9-5 в таблице А.1 проведены на аккумуляторах D в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 1 и керамического гвоздя с диаметром 3 мм и углом 20°. Результаты измерения напряжения приведены на рисунке А.16.

Данные испытаний показывают, что разница в углах наклона гвоздя мало влияет на результаты испытаний, по крайней мере для аккумуляторов С и D.

По сравнению с испытанием КЗВП, испытания 8 и 9 привели к увеличению значения падения напряжения, температуры и количества короткозамкнутых слоев.

Рисунок А.15 — Напряжение в ходе испытания 8

Рисунок А.16 — Напряжение в ходе испытания 9

А.2.2.2.3 Результаты испытаний КЗВП на аккумуляторах С и аккумуляторах D

Испытания 10-1 и 10-2 в таблице А.1 проведены в соответствии с 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016 с одним образцом аккумуляторов С и D. Результаты измерения напряжения приведены на рисунках А.17 и А.18.

Рисунок А.17 — Напряжение в ходе испытания 10-1

Рисунок А.18 — Напряжение в ходе испытания 10-2

А.2.2.3 Испытания на аккумуляторах E и аккумуляторах F

А.2.2.3.1 Результаты испытания КЗВП

Испытания 11-1 и 11-2 таблицы А.1 проведены в соответствии с 6.4.4.2.1 МЭК 62660-3:2016 с аккумуляторами E (графит/MNC, 21,5 А·ч для применения в ЭМГП) и аккумуляторами F (графит/NCA, 5 А·ч для применения в ЭМГ) соответственно. Результаты измерения напряжения приведены на рисунках А.19 и А.20. На рисунках а показано изменение напряжения аккумулятора в течение 500 с, а на рисунках b — изменение напряжения при возникновении короткого замыкания в увеличенном масштабе.

Оба аккумулятора прошли проверку соответствия критериям приемки. Количество короткозамкнутых слоев в обоих испытаниях — один положительный электрод и один отрицательный электрод.

Рисунок А.19 — Напряжение в ходе испытания 11-1

Рисунок А.20 — Напряжение в ходе испытания 11-2

А.2.2.3.2 Испытания с индентором типа 2 и сравнение инденторов разного размера

Испытания от 12-1 до 12-7 таблицы А.1 проведены на аккумуляторах E в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2 и керамических гвоздей с наконечником из Ni различных размеров. Результаты измерения напряжения приведены на рисунках А.21—А.27. Инденторами являются керамические гвозди диаметром 1 и 3 мм, с наконечником Ni 0,35 или 1 мм в высоту. Угол наконечника Ni составляет 30°, 45° или 60°. Скорость вдавливания изменяется от 0,001 до 0,1 мм/с. Испытание 13 таблицы А.1 проводится на аккумуляторе F в соответствии с разделом 5 с использованием керамического гвоздя диаметром 3 мм с наконечником из Ni высотой 1 мм и углом 30°. Результаты измерения напряжения приведены на рисунке А.28.

Рисунок А.21 — Напряжение в ходе испытания 12-1

Рисунок А.22 — Напряжение в ходе испытания 12-2

Рисунок А.23 — Напряжение в ходе испытания 12-3

Рисунок А.24 — Напряжение в ходе испытания 12-4

Рисунок А.25 — Напряжение в ходе испытания 12-5

Рисунок А.26 — Напряжение в ходе испытания 12-6

Рисунок А.27 — Напряжение в ходе испытания 12-7

Рисунок А.28 — Напряжение в ходе испытания 13

А.2.2.4 Испытания на аккумуляторах G

Испытания с 14-1 по 14-5 таблицы А.1 проведены на аккумуляторах G (графит/MNC и LMO, 60 А·ч с медными пластинами между корпусом и скрученными электродами для применения в ЭМГП) в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2 и керамического гвоздя диаметром 3 мм с наконечником из Ni высотой 1 мм и углом 45°. Корпуса аккумуляторов утончаются и варьируются от 0 до 0,85 мм. Скорость вдавливания составляет 0,01 или 0,1 мм/с. Результаты измерения напряжения приведены на рисунках А.29 — А.33.

Результаты испытаний различались в зависимости от толщины корпуса. В испытаниях 14-1 и 14-2, где корпус является относительно толстым, аккумуляторы воспламеняются. Кроме того, при испытаниях с 14-1 по 14-3 короткое замыкание происходит только между корпусом и медной пластиной, расположенной между корпусом и скрученными электродами, и ни один слой не был закорочен.

В испытаниях с 14-3 по 14-5, где корпус относительно тонкий и используется индентор типа 2, отсутствовали огонь и дым, в то же время количество короткозамкнутых слоев отличалось.

Рисунок А.29 — Напряжение в ходе испытания 14-1

Рисунок А.30 — Напряжение в ходе испытания 14-2

Рисунок А.31 — Напряжение в ходе испытания 14-3

Рисунок А.32 — Напряжение в ходе испытания 14-4

Рисунок А.33 — Напряжение в ходе испытания 14-5

А.2.2.5 Испытания на аккумуляторах Н

А.2.2.5.1 Испытания с помощью индентора типа 1

Испытания от 15-1 до 15-5 таблицы А.1 проведены на аккумуляторах Н (графит/MNC, 37 А·ч для применения в ЭМГП) в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 1. Результаты испытаний показаны на рисунке А.34.

Рисунок А.34 — Напряжение в ходе испытания 15

А.2.2.5.2 Испытания с индентором типа 2

Испытания с 16-1 по 16-5 таблицы А.1 проведены на аккумуляторах H (графит/MNC, 37 А·ч для применения в ЭМГП) в соответствии с разделом 5 с использованием индентора типа 2. Результаты испытаний показаны на рисунке А.35.

Рисунок А.35 — Напряжение в ходе испытания 16

Приложение ДА
(справочное)

Сведения о соответствии ссылочных международных стандартов национальным стандартам

Таблица ДА.1

Обозначение ссылочного международного стандарта	Степень соответствия	Обозначение и наименование соответствующего национального стандарта
IEC 62619:2017	IDT	ГОСТ Р МЭК 62619—2017 «Аккумуляторы и аккумуляторные батареи, содержащие щелочной или другие некислотные электролиты. Требования безопасности для литиевых аккумуляторов и батарей для промышленных применений»
IEC 62660-3:2016	MOD	ГОСТ Р 58152—2018 (МЭК 62660-3:2016) «Аккумуляторы литий-ионные для электрических дорожных транспортных средств. Часть 3. Требования безопасности»

Примечание — В настоящей таблице использованы следующие условные обозначения степени соответствия стандартов:
- IDT — идентичные стандарты;
- MOD — модифицированные стандарты.

УДК 621.355.9:006.354 621.331:006.354
ОКС 29.220.99 43.120
ОКПД2 27.20.23.130 27.20.23.140

Ключевые слова: аккумулятор литий-ионный, безопасность

БЗ 3—2019/1

Редактор *Н.В. Таланова*
Технический редактор *И.Е. Черепкова*
Корректор *Е.Р. Ароян*
Компьютерная верстка *Ю.В. Поповой*

Сдано в набор 11.03.2019. Подписано в печать 29.03.2019. Формат 60 × 84 1/8. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 3,72. Уч.-изд. л. 3,34.

Подготовлено на основе электронной версии, предоставленной разработчиком стандарта

ИД «Юриспруденция», 115419, Москва, ул. Орджоникидзе, 11.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

Создано в единичном исполнении ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ»
для комплектования Федерального информационного фонда стандартов,
117418 Москва, Нахимовский пр-т, д. 31, к. 2.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru

gost.e-ecolog.ru