

Старжичны П., Папикова М.

Испытательная лаборатория на горючесть материалов и защиты от взрыва

ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ В СООТВЕТСТВИИ С ПЕРЕСМОТРОМ ПРАВИЛ ЕЭК ООН №100

Пересмотр Правил ЕЭК ООН № 100 изменяет существующую систему утверждения новых типов автотранспортных средств и введение новых требований к испытаниям для производителей аккумуляторных батарей электрических транспортных средств. Приложение 8Е к настоящим Правилам предусматривает испытание огнестойкости аккумуляторных батарей. Лаборатория испытаний на горючесть, Inc., Острада - Радванице проводит такое тестирование. Настоящая статья описывает опыт лаборатории и процесс тестирования.

Ключевые слова: тяговые батареи, система аккумуляторов хранения энергии, лаборатория испытаний.

Введение. Основной тенденцией последних лет является постоянный рост использования автомобилей с электрическими или гибридными двигателями и снижение доли автомобилей с двигателями внутреннего сгорания. Конкретные шаги делают многие государства, в основном, с точки зрения поощрения покупки электрических транспортных средств (ТС) в виде грантов. Таким образом, в автомобильной промышленности в настоящее время происходят ключевые изменения, и эти изменения требуют необходимости пересмотра соответствующих технических регламентов.

Цель и задачи. Провести анализ полученных результатов испытания и тестирования огнестойкости системы аккумуляторных батарей электрических транспортных средств.

Анализ исследований. Наиболее известным промоутером направления покупки электрических ТС является Франция. Например, Министр охраны окружающей среды Франции Николя Халот в июле 2017 года поставил амбициозную цель: «...во Франции к 2040 году полностью прекратить продажи бензиновых и дизельных автомобилей». Другим примером является решение, которое было принято на очередном заседании представителей крупнейших городов мира на высшем уровне (саммит С40). Представители «большой четверки»: Мехико, Мадрид, Париж и Афины объявили, что к 2025 году они хотят добиться запрета использования дизельных автомобилей в этих городах. Токио также планирует полный запрет использования автомобилей на дизельном топливе. В этом направлении ориентируются и автомобилестроители. Например, шведский производитель легковых автомобилей Volvo Group Car объявил, что все новые модели легковых автомобилей, которые поступят на рынок (начиная с 2019) будут полностью электрическими или гибридными.

Таким образом в автомобильной промышленности в настоящее время происходят ключевые изменения, и эти изменения требуют необходимости пересмотра соответствующих технических регламентов.

Несколько важных шагов уже сделано. Например, изменения в постановлении Европейской экономической комиссии ООН (ЕЭК ООН) №100 «Отдельные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении конкретных требований к электрической трансмиссии» (сокращенно R100). В процесс утверждения механических транспортных средств и аккумуляторных систем хранения энергии (сокращенно REESS) внесены существенные изменения.

С точки зрения обеспечения безопасной эксплуатации батарей, более высокого уровня безопасности для водителей и пассажиров транспортных средств, в соответствующие Предписания были введены требования о новых испытаниях. Эти новые требования к тестированию были приняты в июле 2014 года и обязаны к исполнению с июля 2016 года. Процедуры испытаний описаны в Приложении №. 8 настоящего документа. Их перечень и краткое описание приведено в таблице 1.

Основная часть. Лаборатория испытаний на горючесть VVUU, Inc. в последние годы все более расширяет свою деятельность в испытании горючести изделий и материалов для транспорта, будь то автомобили общественного транспорта, железнодорожного подвижного состава или судов. Реализуются долгосрочные контракты на испытания топливных баков или материалов для интерьера автомобилей. Недавно был реализован тест контейнера для перевозки надувных подушек безопасности. Последние испытания из этой области – тестирование топливного шланга и вышеупомянутые системы аккумуляторных батарей.

Подобной сертификацией автомобилей занимается, например, такая организация, как TÜV SÜD Czech Ltd. С вышеуказанным партнером нас связывает долгосрочное сотрудничество, в частности, при проведении испытаний воспламеняемости топливных баков. Поэтому, вполне логично, что тест на огнестойкость REESS мы проводили совместно (Рис. 1,2).

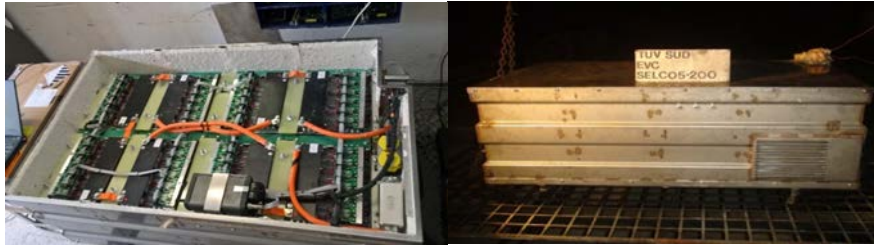


Рис. 1,2 - Система аккумуляторных батарей для электробусов

Из-за опасности взрыва в процессе испытаний, тесты были проведены в специальной испытательной шахте в нашем отделении города Штрамберг. Кроме соответствующих помещений для подобных испытаний отделение обеспечено квалифицированным, высокопрофессиональным персоналом и необходимым материальным оснащением.

Таблица 1. Этапы испытаний Системы аккумуляторных батарей (REESS)

Прилож. №	Наименование испытания	Краткое описание
8A	Виброустойчивость	Цель испытания – проверка безопасности системы REESS при воздействии вибрации, которой, вероятнее всего, будет подвержена система при эксплуатации. Устройство подвергается воздействию вибрации синусоидальной волны и логарифмической перенастройки в течение 15 минут в диапазоне от 7 до 50 Гц. Цикл повторяется 12 раз в течение трех часов.
8B	Тепловой шок и циклические тепловые испытания	Оценивает устойчивость к резким изменениям температуры. REESS подвергается воздействию температуры +60° С не менее 6 часов, затем еще 6 часов при температуре 40 ° С. Цикл повторяется 5 раз.
8C	Механические воздействия	Проверка безопасности при инерционной нагрузке, что может произойти, например, в результате аварии транспортного средства. В процессе испытания REESS подвергается воздействию ускорения или замедления. Величины ускорений устанавливаются согласно R100.
8D	Механическая устойчивость к разрушению	Проверка безопасности при ударе, что может произойти, например, в результате аварии транспортного средства. В процессе испытания REESS подвергается ударной нагрузке между основанием и ударной плитой. Сила удара и время воздействия имеют установленные значения.
8E	Огнестойчивость	Цель испытания – проверка безопасности системы REESS при воздействии огня, возникшего вне транспортного средства. Водитель и пассажиры в случае такого пожара должны иметь достаточно времени для эвакуации.
8F	Внешняя защита от короткого замыкания	Проверка параметров эффективности защиты от короткого замыкания. Эта защита должна приостановить или ограничить ток короткого замыкания, чтобы защитить REESS от дальнейших воздействий, вызванных током короткого замыкания.
8G	Защита от перезарядки	Оценка эффективности защиты от перезарядки. REESS должно заряжаться пока зарядное устройство само не прекратит, либо ограничит процесс заряда, или заряд REESS не достигнет 2-х кратного уровня емкости батареи.
8H	Защита от чрезмерного разряда	Оценка эффективности защиты от чрезмерного разряда. REESS должно разряжаться пока потребитель энергии сам не прекратит, либо ограничит процесс разряда, или заряд REESS не достигнет 25% своего номинального напряжения
8I	Защита от перегрева	Проверка эффективности работы устройства от внутреннего перегрева во время работы, в случае когда отказывает система охлаждения. Во время испытания REESS непрерывно заряжается и разряжается с постоянным током, чтобы повысить температуру ячеек. Затем REESS помещают в печь, где температура увеличивается до заданного значения.

Испытание на стойкость к воздействию огня - Приложение 8E. Цель этого теста состоит в проверке устойчивости REESS к огню, воздействующего снаружи транспортного средства, например, из-за утечки топлива (от самого или другого транспортного средства вблизи). Водитель и пассажиры в такой ситуации должны иметь достаточно времени, чтобы выйти из транспортного средства.

Тест требуется только для REESS, которые содержат воспламеняющийся электролит. Не требуется, если REESS расположен выше, чем 1,5 м над дорожным полотном. Испытание проводят либо с полным REESS или связанными с ним подсистемами и элементами и их электрическими соединениями. Испытанию подлежит один образец.

Условия испытаний:

- а) температура окружающей среды мин. 0 °С;
- б) состояние зарядки на уровне верхних 50% от нормального рабочего состояния заряда;
- с) в начале теста все защитные устройства, которые влияют на функцию тестируемого устройства и которые имеют отношение к результату испытания, должны быть в исправном состоянии.

По усмотрению изготовителя, испытание проводится на транспортном средстве или на отдельном элементе. Образец помещается на испытательной конструкции. Образец подвергается воздействию пламени при сгорании топлива, которое используется на данном виде транспортного средства и расположено в ёмкости (поддоне) под испытуемым образцом.

Процедура проведения испытаний.

Фаза А – предварительный нагрев:

- поддон с топливом помещается на расстоянии минимум 3-х метров от тестируемого оборудования. Топливо воспламеняется, и после 60-ти секунд горения помещается под устройством.
- В случае, если температура топлива 20 °С и выше, фаза А нагрева не проводится.

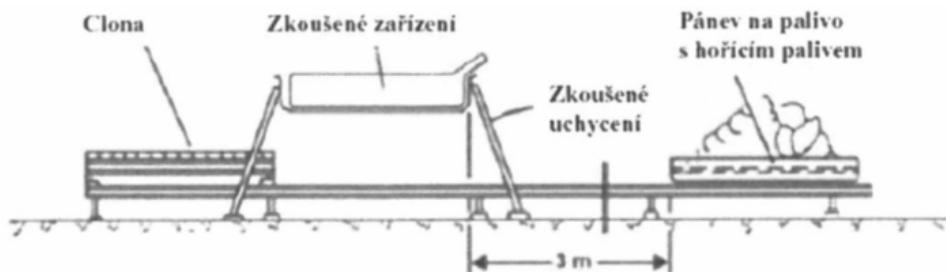


Рис. 3 - Фаза А - предварительный нагрев

Фаза В – прямое воздействие пламени:

- пламя от свободного горения топлива воздействует на тестируемое оборудование в течение 70 секунд.

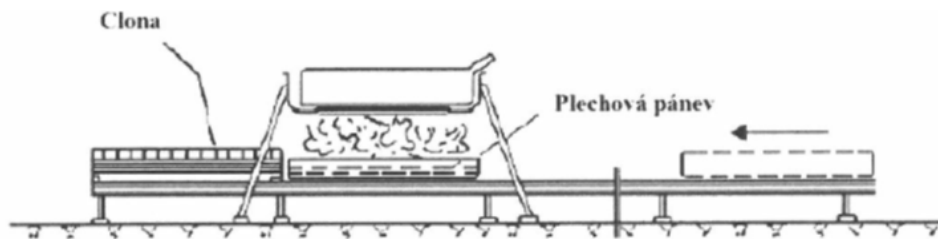


Рис. 4 - Фаза В–прямое воздействие пламени

Фаза С – не прямое воздействие пламени:

- между горящим топливом и тестируемым оборудованием помещается экран. Непрямое воздействие пламени проводится в течение 60-ти секунд.

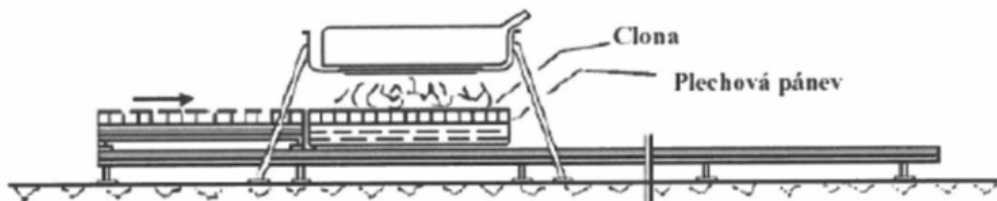


Рис. 5 - Фаза С –не прямое воздействие пламени

Фаза D – завершение теста:

- горящий поддон, покрытый экраном, перемещается обратно в положение, соответствующем фазе A. Тестируемое оборудование не гасится в случае воспламенения и остается в том же состоянии пока температура его поверхности не снижается до температуры окружающей среды или остается неизменной по крайней мере в течение 3 часов.

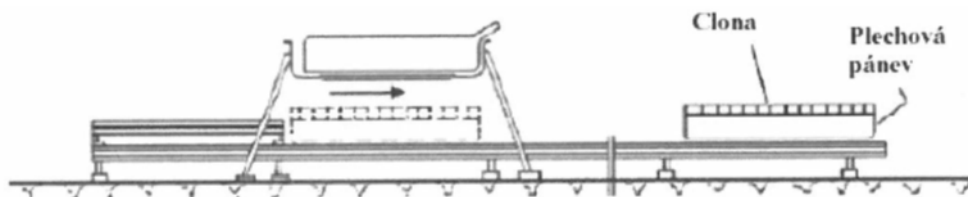


Рис. 6 - Фаза D - завершение теста

Единственным критерием успешности тестирования является то, что испытательное оборудование во время испытания не проявляет никаких признаков взрыва.

Совместно с компанией TÜV SÜD Czech s.r.o мы работали над испытаниями тяговых батарей системы EVC EKO1 и Системой аккумуляторных батарей (REESS) № SKT_01_00. Обе системы производства EVC Group, s.r.o., Hulín. Эти батареи предназначены для троллейбусов и автобусов.

Из-за угрозы потенциального взрыва во время испытаний батареи (REESS) эти испытания требовали специального помещения и опытных сотрудников. Тест батареи (REESS) в целом подобен испытаниям топливного бака, в результате чего само проведение испытаний не вызвало никаких серьезных осложнений.



Рис. 7 - Испытание на огнестойкость открытым пламенем

Описание реального испытания.

Испытываемое оборудование – система аккумуляторных батарей (REESS) с соответствующими приспособлениями для испытаний, было помещено в испытательную шахту. На испытываемое оборудование были помещены термодатчики, чтобы получить обзор температур в различных точках во время испытания. Кроме температуры измеряли величину напряжения аккумуляторной батареи. В качестве топлива использовали бензин, который воспламенялся дистанционно с помощью электрического запала. Температура бензина была выше, чем 20° C, поэтому предварительный нагрев (фаза A) не проводился. Прямое воздействие пламени происходило в течение установленных 70-ти секунд. Далее, в течение 60-ти секунд, происходило воздействие непрямым пламенем с экраном. После удаления поддона с пламенем дали время на снижение температуры аккумуляторной батареи до значения температуры окружающей среды. Во время испытаний ни в одной из батарей не были зафиксированы признаки взрыва. После прекращения воздействия пламени не было зафиксировано самопроизвольное горение, также не зафиксировано значительного падения напряжения, а это означает, что батареи были работоспособны вовремя и после проведения испытаний.

На графиках (Рис. 8,9) приведены кривые температуры и напряжения во время испытания. Во время испытания тяговой аккумуляторной батареи видно, что, начиная с 25-й секунды, произошел сбой измерения напряжения. Напряжение тяговой аккумуляторной батареи было измерено после испытания и зафиксировано, что падения напряжения не произошло, батарея была работоспособна (Рис.11). Весь процесс испытаний записывался видеокамерой.

Ниже представлены графики, отражающие изменение температур и напряжения во время проведения испытаний (Рис. 8,9,10).

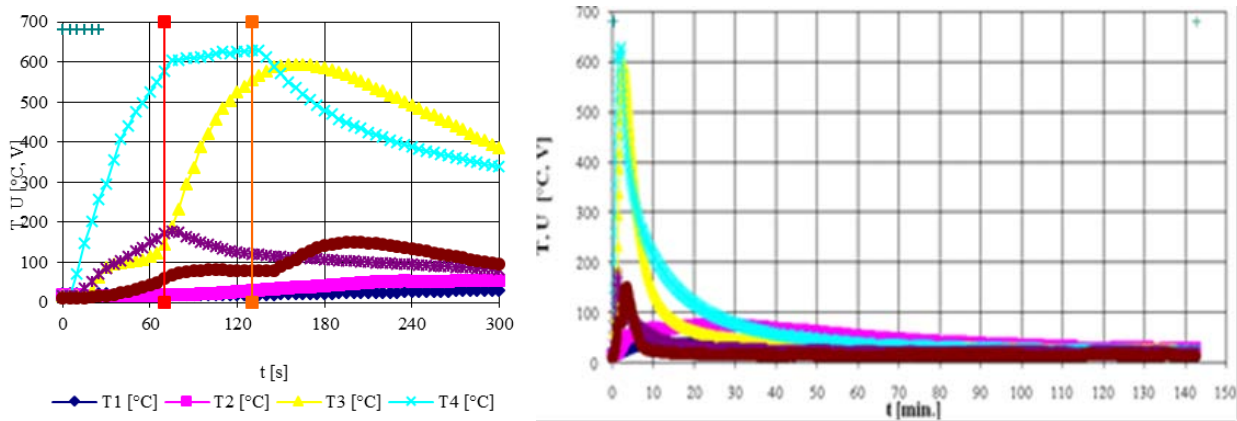


Рис. 8,9 - Графики 1 и 2 температуры и напряжения, измеренные в ходе испытания на огнестойкость Системы аккумуляторных батарей (REESS)

Размещение термоэлементов:

T1 - верхняя часть батареи внутри;

T2 – боковая сторона батареи внутри;

T3 – боковая сторона щита – внутри;

T4 - температура кожуха – низ;

T5 – температура кожуха - верх (крышка);

T6 - Температура у входа в испытательную шахту на высоте 1,5 м от уровня пола;

U –на 25-й секунде испытания произошло прогорание изоляции измерительных проводов с последующим коротким замыканием оголенных проводов.

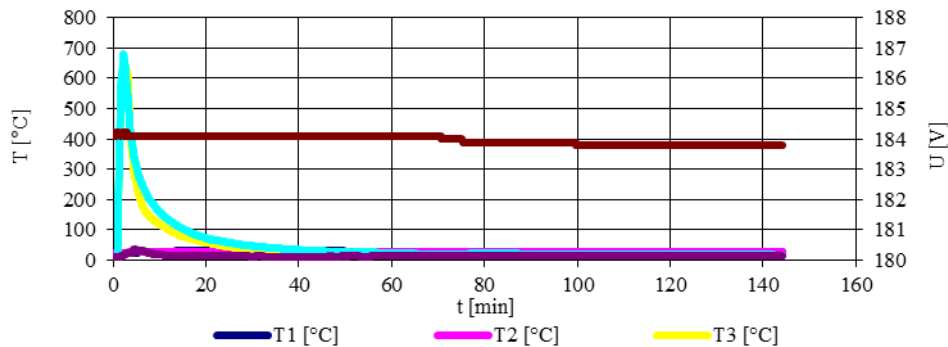


Рис. 10 - График температуры и напряжения, измеренные в ходе испытаний огнестойкости Системы аккумуляторных батарей (REESS)

Размещение термоэлементов:

T1 - температура внутри батареи левая сторона

T2 - температура внутри батареи правая сторона

T3 - Температура поверхности нижней части батареи на левой стороне

T4 - температура поверхности нижней части батареи на правой стороне

T5 - Температура окружающей среды при входе в испытательную шахту

U - напряжение на клеммах аккумуляторной батареи



Рис. 11 - Система аккумуляторных батарей (REESS) после проведения испытаний на огнестойчивость, согласно R100

Заклучение. Обе испытываемые батареи выдержали воздействие огня во время испытаний, не было никаких признаков взрыва. Тяговые батареи для троллейбусов, благодаря положительному результату испытаний на огнестойчивость, успешно проходят процесс сертификации. Система аккумуляторных батарей (REESS) для троллейбусов в настоящее время близится к завершению процесса утверждения.

1. Стандарт ЕНК OSN № 100 Директива/постановление № 34 – Приложение № 5. – Чехия, 2012.
2. Приложение 8Е к настоящим Правилам стандарт ЕНК OSN № 100. – Чехия.

REFERENCES

1. Standard EHK OSN No. 100 (2012) Directive / Decision No. 34 - Appendix No. 5. - Czech Republic [in Czech].
2. Annex 8E to this Regulation is standard EHK OSN No. 100. - Czech Republic [in Czech].

Старжичны П., Папикова М. Випробування систем акумуляторних батарей електричних транспортних засобів відповідно до перегляду Правил ЕНК OSN С. 100

Перегляд Правил ЕНК OSN № 100 змінює існуючу систему затвердження нових типів автотранспортних засобів і введення нових вимог до випробувань для виробників акумуляторних батарей електричних транспортних засобів. Додаток 8Е до цих Правил передбачає випробування вогнестійкості акумуляторних батарей. Лабораторія випробувань на горючість VVUЪ, Inc., Острава – Радваніце проводить таке тестування. Ця стаття описує досвід лабораторії і процес тестування.

Ключові слова: R100, тягові батареї, система акумуляторів зберігання енергії, лабораторія випробувань.

P. Starzhichny, M. Papikova Tests of Rechargeable Energy Storage Systems electric motor vehicles according to the revision of the UN ECE Regulation No. 100.

A definition of fuel consumption by bus in urban driving cycle and the proposed driving cycle adapted to actual traffic conditions in Lutsk. Difference in the results of fuel consumption in the urban driving cycle, according to GOST 20306 is 46%, the difference in the results of fuel consumption, according to the proposed urban cycle is 9%, compared with the real fuel consumption of buses. Thus confirmed compliance experimental driving cycle the real operating conditions.

Keywords: R100, traction batteries, the system of energy storage batteries, a testing laboratory.

АВТОРЫ:

СТАРЖИЧНЫ Петр, VVUЪ а. с., Испытательная лаборатория на горючесть материалов и защиты от взрыва, Пикартска 1337/7, 716 07 Острава-Радваніце, Чехия, starzyczny@vviu.cz

ПАПИКОВА Моника, VVUЪ а. с., Испытательная лаборатория на горючесть материалов и защиты от взрыва, Пикартска 1337/7, 716 07 Острава-Радваніце, Чехия, papikovam@vviu.cz

AUTHORS:

Peter STARZHICHNY, The Engineer, VVUЪ а. с., Test laboratory for combustibility of materials and protection against, Pikartska 1337/7, 716 07 Ostrava-Radvanice, starzyczny@vviu.cz

Monika PAPIKOVA The Engineer, VVUЪ а. с., Test laboratory for combustibility of materials and protection against, Pikartska 1337/7, 716 07 Ostrava-Radvanice, papikovam@vviu.cz

Стаття надійшла в редакцію 25.04.2018р.