

ИЗУЧЕНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ Li-ИОННЫХ БАТАРЕЙ

¹Бессонов Д. В., ¹Евстигнеев П. А., ^{2,3}Алексеев С. Г., ⁴Барбин Н. М.

¹СЭУ ФПС «Испытательная пожарная лаборатория» по Свердловской области, Екатеринбург, Россия

²НИЦ «Надежность и ресурс больших систем и машин» УрО РАН, Екатеринбург, Россия

³Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург, Россия

⁴Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

e-mail: 2730bdv@gmail.com, evstigneev89pavel@yahoo.com, 3608113@mail.ru, NMBarbin@mail.ru

Аннотация. В настоящее время вейпинг создает новую субкультуру. Употребление электронных сигарет связано с риском их самовоспламенения и взрыва. На примере Li-ионных батарей марки «Орбита» определены их температуры разложения и самовоспламенения.

Ключевые слова: вейпинг, электронная сигарета, температура разложения, температура самовоспламенения.

STUDY OF THERMAL STABILITY OF Li-ION BATTERIES

D. V. Bessonov¹, P. A. Evstigneev¹, S. G. Alekseev^{2,3}, N. M. Barbin⁴

¹Forensic Expert Station of the Federal Fire Service “Test Fire Laboratory” in the Sverdlovsk Region, Ekaterinburg, Russia

²Science and Engineering Centre «Reliability and Safety of Large Systems» of Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

³Ural Institute of State Fire Service of Emercom of Russia, Ekaterinburg, Russia

⁴Urals State Agrarian University, Ekaterinburg, Russia

e-mail: 2730bdv@gmail.com, evstigneev89pavel@yahoo.com, 3608113@mail.ru, NMBarbin@mail.ru

Abstract. Currently, vaping creates a new subculture. The use of electronic cigarettes is associated with the risk of self-ignition and explosion. On the example of Li-ion batteries of the “Orbit” brand, their decomposition and auto-ignition temperatures are determined.

Key words: vaping, e-cigarette, decomposition temperature, autoignition temperature.

Сегодня вейпинг (употребление электронных сигарет) создает особую субкультуру по всему миру. Производители и продавцы данного товара позиционируют его, как безопасную и безвредную альтернативу обычному курению. Однако в литературе и средствах массовой информации появляются сообщения об инцидентах, связанных с вейпингом, которые нередко сопровождаются с возникновением взрыва и/или горения устройства электронной сигареты. При этом риск угрозы здоровью и жизни вейпера (пользователя электронных сигарет) достаточно велик из-за близкого расположения важных органов человека от электронной сигареты при её курении [1–5].

Изучение конструкции электронных сигарет [5] позволяет выявить «узкие места» с точки зрения пожаровзрывоопасности, к которым относится рабочая жидкость, электрическая спираль и аккумуляторная батарея. Объектом настоящего исследования

явилась термическая устойчивость Li-ионные батареи типа 18650 марки «Орбита», которые обычно используются в электронных сигаретах.

В качестве испытательного оборудования использована лабораторная шахтная печь СШО 1,3/12-И1. Для измерения температуры в печи использованы две термопары (одна установлена по центру камеры печи, а другая в 50 мм от образца). Четвертый термоэлектрический преобразователь крепится к корпусу Li-ионной батареи. Для контроля показаний термопар задействован многоканальный прибор «ТЕРМОДАТ» (рис. 1).



Рис. 1. Установка для определения термической устойчивости Li-ионных батарей

Перед проведением испытаний проведена пробоподготовка аккумуляторов, которая включала выполнение следующих процедур:

- зарядка образцов до напряжения 4,0 В с помощью зарядного устройства Smart Charger Model HD-077В (ток заряда – 1200 мА, напряжение – 4,2 В);
- выдержка при комнатной температуре в течение 1 часа.

Затем образец, с прикрепленной к нему термопарой, устанавливается в шахтной печи СШО 1,3/12-И1, включают нагрев и тестирование ведут до самовоспламенения аккумуляторной батареи (рис. 2).



Рис. 2. Процесс самовоспламенения аккумуляторной батареи

Результаты испытаний, Li-ионной батареи, заряженной до 4,0 В приведены на рисунке 3.

В ходе эксперимента установлено, что при температуре 199°C на корпусе образца происходит разгерметизация образца с выделением газов. Через 30 с при температуре 221°C происходит самовоспламенение батареи с последующим самостоятельным горением в течение 5 минут.

Увеличение скорости нагрева печи приводит к тому, что разгерметизация аккумуляторной батареи и её самовоспламенение происходит при более низких значениях (154 и 192°C).

На основании проведенных экспериментов определены температуры разложения аккумуляторной батареи марки «Орбита» (тип 18650). Установлено, что данные характеристики зависят от скорости нагрева, поэтому при разработке экспериментальной методики для достижения сходимости результатов тестирования необходимо нормировать скорость нагрева печи.

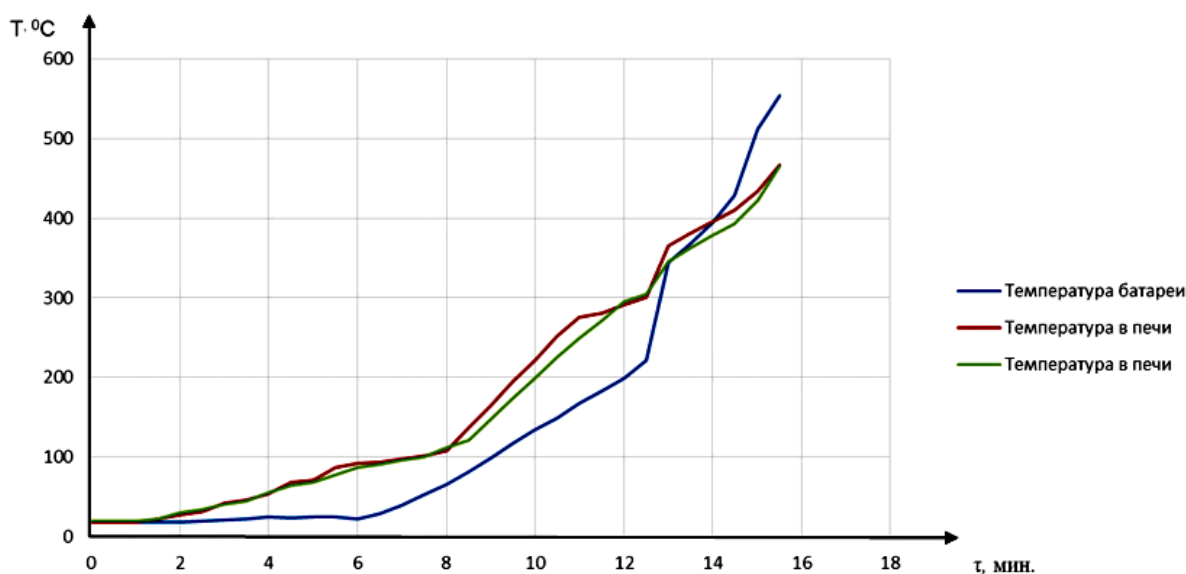


Рис. 3. Результаты испытаний аккумулятора заряженного до 4,0 В

Список литературы

1. Бессонов, Д. В. Вейпинг – вопросы безопасности / Д. В. Бессонов, С. Г. Алексеев, Н. М. Барбин // Безопасность жизнедеятельности. – 2017. – № 10. – С. 10-16.
2. Nicoll, K. J. Thigh burns from exploding e-cigarette lithium ion batteries: First case series / K. J. Nicoll, A. M. Rose, M. A. A. Khan, O. Quaba, A. G. Lowrie // Burns. – 2016. – Vol. 42, No. 4. – P. 42-46.
3. Norii, T. Electronic cigarette explosion resulting in a C1 and C2 fracture: A case report / T. Norii, A. Plate // The Journal of Emergency Medicine. – 2017. – Vol. 52, No 1. – P. 86-88.
4. McKenna, L. A. Jr. Electronic cigarette fires and explosions in the United States 2009–2016 / L. A. Jr. McKenna. – N.Y.: FEMA, 2017. – 64 p.