

Научная статья
УДК 614.841.2
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2024.75.46.016

Исследование пожарной опасности электронных устройств для курения

Александр Сергеевич Горбунов¹

Александр Александрович Богданов²

^{1,2}Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия,

¹<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Автор ответственный за переписку: Александр Сергеевич Горбунов, gorbunovgps@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований пожарной опасности электронных устройств для курения. В современном мире наблюдается высокий рост потребителей электронных устройств для курения. Помимо своей популярности электронные устройства могут представлять опасность в виде возникновения пожаров. Целью исследования является получение полного представления о возможности возникновения пожара от электронных устройств для курения, а также о рисках и опасностях, связанных с данными устройствами. Результаты и выводы работы могут быть использованы для разработки мер по повышению безопасности использования и производства вейпов.

Ключевые слова: вейп, электронное устройство для курения, пожар, пожарная опасность, электронная сигарета

Для цитирования: Горбунов А.С., Богданов А.А. Исследование пожарной опасности электронных устройств для курения // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024. № 3 (34). С. 171-179. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.75.46.016>.

Original article

INVESTIGATION OF THE FIRE HAZARD OF ELECTRONIC SMOKING DEVICES

Alexander S. Gorbunov¹

Alexander A. Bogdanov²

^{1,2}Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia,

¹<https://orcid.org/0000-0002-1971-3436>

Corresponding author: Alexander S. Gorbunov, gorbunovgps@mail.ru

Abstract. The article presents the results of research on the fire hazard of electronic smoking devices. In the modern world, there is a high growth in consumers of electronic smoking devices. In addition to their popularity, electronic devices can pose a danger in the form of fires. The aim of the study is to obtain a complete understanding of the possibility of fire from electronic smoking devices, as well as the risks and dangers associated with these devices. The results and conclusions of the work can be used to develop measures to improve the safety of using and production vapes.

Keywords: vaping, electronic smoking device, fire, fire hazard, electronic cigarette

For citation: Gorbunov A.S., Bogdanov A.A. Investigation of the fire hazard of electronic smoking devices // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2024. № 3 (34). С. 171-179. (In Russ.) <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.75.46.016>.

Введение

В современном обществе электронные устройства для курения (далее – ЭУДК) стали популярным альтернативным способом никотиновой зависимости. Они представляют собой электронные устройства, которые нагревают специальные жидкости, содержащие никотин, и создают аэрозоль, который пользователь вдыхает. Однако, помимо своей популярности, эти устройства также могут представлять опасность в виде возникновения пожаров [1].

Актуальность исследования обусловлена растущей популярностью электронных сигарет и вейпов, а также увеличением случаев пожаров, связанных с их использованием. В последние годы наблюдается рост числа инцидентов, когда электронные устройства для курения становятся причиной возникновения пожаров, что представляет опасность для здоровья и безопасности людей, а также имущества.

Исследование направлено на выявление возможных причин и механизмов возникновения горения от этих устройств, а также на разработку рекомендаций по предотвращению подобных инцидентов, что делает его актуальным и важным для общества.

Целью данной работы является исследование пожарной опасности от электронных устройств для курения.

В итоге, данная работа позволит получить полное представление о возможности возникновения пожара от электронных устройств для курения, а также о рисках и опасностях, связанных с этими устройствами. Результаты и выводы работы могут быть использованы для разработки мер по повышению безопасности этих устройств и защите общественного здоровья и жизни.

Объектом исследования в работе являются электронные устройства для курения, такие как электронные сигареты и вейпы.

Предметом исследования является пожарная опасность данных устройств, а также их потенциальные причины и механизмы возникновения горения.

Проблемой оценки безопасности электронных сигарет занимались многие авторы, как с точки зрения здравоохранения, так и с точки зрения пожарной безопасности [2-4].

В работе [5] указано о пожарной безопасности электронных парогенераторов и возможности безопасного использования рабочими на предприятиях нефтеперерабатывающей промышленности.

Работы выполнены несколько лет назад, когда количество употребления электронных устройств для курения было в разы меньше, чем на сегодняшний день.

В работах имеются различные точки зрения на пожарную опасность электронных устройств для курения.

В работе [6] указано, что источниками зажигания, которые могут привести к пожару являются спираль (нагревательный элемент), тепловыделение в результате аварийного режима работы контактных элементов корпуса, тепловыделение при аварийном режиме работы аккумуляторной батареи.

В работе [7] рассмотрены показатели пожарной опасности рабочих и модельных жидкостей для вейпинга.

В данной работе будет проведен комплексный анализ пожарной опасности электронных устройств для курения, а также проведено моделирование пожароопасных процессов в данных устройствах.

Объекты исследования

В работе будут рассмотрены электронные устройства для курения на основе жидкостей. А именно POD-системы на картриджах и со съемными испарителями, одноразовые вейпы с подзарядкой и без, Бокс-мод со съемным аккумулятором.

POD-системы на картриджах с съемными испарителями представляют собой удобный и популярный вариант для вейпинга. Они предлагают возможность быстрой замены испарителя без необходимости менять весь картридж целиком.

Первое устройство для исследования POD-система на картридже «Voopoo VMATE Pod Kit», представлена на Рис.1 (образец 1).



Рис.1. Общий вид POD-системы «Voopoo VMATE Pod Kit»

Характеристики образца № 1: мощность устройства 17 Вт, емкость аккумулятора 900 mAh, li-ion, напряжение 3,2-4,2 В, имеется защита от перезаряда и перегрева, сопротивление спирали 0,7 Ом.

Следующее устройство для исследования, POD-система со съемным испарителем «Voopoo Drag Q Pod Kit», представлена на Рис.2 (образец № 2).



Рис.2. Общий вид POD-системы с съемным испарителем «Voopoo Drag Q Pod Kit»

Характеристики образца № 2: мощность устройства 17 Вт, емкость аккумулятора 900 mAh, li-ion, сопротивление спирали 0,3 Ом.

Образец № 3 – одноразовый вейп с подзарядкой «GANG XBOX 8000», представлен на Рис.3 (образец № 3).

Характеристики образца № 3: емкость аккумулятора 650 mAh, li-ion.



Рис.3. Одноразовый вейп с подзарядкой «GANG XBOX 8000»

Метод исследования

В первом сценарии исследования, аварийные режимы работы будут создаваться путем механического воздействия на литий-ионные батареи вейпов.

Механическое воздействие на литий-ионные аккумуляторы вейпов создается путем прокалывания, сжатия, давления на батареи, тем самым нарушая целостность её оболочки.

Второй сценарий создания аварийных режимов работы вейпов это – создание короткого замыкания литий-ионных аккумуляторов.

Короткое замыкание будет произведено путем соединения двух проводников от аккумуляторной батареи. В данном случае резко и многократно возрастает сила тока, что, согласно закону Джоуля-Ленца, приводит к значительному тепловыделению.

Следующим этапом исследования будет исследование жидкости вейпов. Исследование пожарной опасности жидкости для вейпов – это важная тема, требующая внимания и серьезного подхода. Жидкость для вейпов содержит различные компоненты, которые могут быть потенциально опасными при неправильном использовании или хранении.

Одним из основных элементов, способствующих пожарной опасности, является наличие горючих и легко воспламеняющихся веществ в составе жидкости для вейпов. При соприкосновении с открытым пламенем или источником тепла, эти вещества могут возгореться, что может привести к пожару или взрыву.

Проведение экспериментов и тестирований на пожарную опасность жидкости для вейпов поможет определить ее поведение в различных условиях и разработать рекомендации по безопасному использованию. Эти исследования позволят лучше понять риски, связанные с жидкостью для вейпов, и разработать соответствующие меры предосторожности.

Исследование будет проводиться с помощью аппарата для определения температуры вспышки в закрытом тигле ТВЗ-ЛАБ-01 по методике, указанной в документации на прибор [8].

Общий вид аппарата ТВЗ-ЛАБ-01 представлен на Рис.4.



Рис.4. Общий вид аппарата ТВЗ-ЛАБ-01

В данном эксперименте объектом исследования будет использована популярная жидкость для вейпов российского производителя марки «HotSpot» объемом 30мл (Рис.5).

Популярная рабочая жидкость среди пользователей электронных устройств для курения.



Рис.5. Жидкость «HotSpot Fuel 30мл Ананас-Ежевика»

Характеристика жидкости «HotSpot Fuel 30мл Ананас-Ежевика» представлена в Табл.1.

Табл.1. Характеристика «HotSpot Fuel 30мл Ананас-Ежевика»

Объем жидкости	30 мл
Крепость никотина	20 мг
Тип никотина	Солевой
Соотношение VG/PG	50/50
Вкус	Ананас с ежевикой

Данная жидкость соответствует требованиям ГОСТ Р 58109-2018 [9].

Результаты исследований

Для исследования механического воздействия на литий-ионный аккумулятор ЭУДК, было произведено несколько ударов по корпусу батареи. Необходимые инструменты для исследования: молоток, отвертка.

После первого удара отвертка пробила внешнюю оболочку батареи, тем самым вызвав химическую реакцию внутри аккумулятора, сопровождающуюся выделением белого дыма в небольшом количестве.

Спустя 16 секунд с начала эксперимента батарея начала нагреваться, а из проделанного отверстия продолжают выделяться продукты термического разложения в виде белого дыма. Спустя 57 секунд батарея достигла пиковой температуры (89,6°C). Корпус батареи оплавился (Рис.6).



Рис.6. Образец Voopoo VMATE Pod Kit

Следующий образец для проведения исследования «Voopoo Drag Q Pod Kit». Данный образец имеет большие габариты, большую емкость аккумулятора по сравнению с предыдущим. Батарея ЭУДК предварительно была заряжена до 100%.

Был произведен удар по корпусу батареи, сразу после удара произошел сильный выброс белого дыма и искр из проделанного отверстия батареи (Рис.7).



Рис.7. Образец № 2 после механического воздействия на аккумулятор

Следующим сценарием создания аварийного режима работы будет создание короткого замыкания литий-ионного аккумулятора «GANG XBOX 8000». Перед началом эксперимента устройство заряжается до 100%.

Аварийный режим работы данного устройства будет производиться путем замыкания литий-ионного аккумулятора, соединением проводов друг с другом, которые идут от клемм батареи. После их соединения цепь замыкается, в результате чего провода и клемма накаляются и приобретают ярко красный цвет, а из бака с ватой пропитанной жидкостью, начинает появляться белый дым. Наблюдается рост температуры.

Далее на 15 секунде от начала эксперимента произошло возгорание пропитанной жидкостью ваты, температура в момент воспламенения составляет 301°C (Рис.8).



Рис.8. Момент возникновения воспламенения ваты образца № 3

Результаты проведение испытание на пожарную опасность жидкости для вейпа по температуре вспышке в закрытом тигле приведены в Табл.2.

Табл.2. Результаты испытания

Система, VG/PG	Температура вспышки, °С
	Закрытый тигель
(50 % - 50 %)	104...119

Анализируя результаты испытания в закрытом тигле, можно сделать вывод что момент вспышки образца жидкости для вейпов наступил в диапазоне температур от 104 до 119°C.

Таким образом, анализируя данные, полученные в ходе исследования, можно сказать, что при температуре около 119°C над поверхностью жидкости для вейпа образуются пары и газы, способные вспыхивать от источника зажигания. Данная жидкость относится к горючей жидкости.

Обсуждение

Пожары и взрывы, вызванные вейпами, могут привести к серьезным последствиям, включая ожоги, отравления, повреждение имущества и ущерб здоровью пользователя. Поэтому важно соблюдать инструкции по безопасности при эксплуатации электронных устройств для курения, использовать только оригинальные комплектующие и жидкости от надежных производителей, а также избегать контакта с огнем и нагретыми поверхностями.

Для обеспечения безопасности на местах продажи вейпов и жидкостей необходимо строго контролировать качество товаров, а также проводить информационную работу среди

потребителей о правильном использовании электронных сигарет и мерах предотвращения пожаров и взрывов.

Важным аспектом является также соблюдение законодательства [9,10], регулирующего производство и использование вейпов. Необходимо строго соблюдать все законы и нормативные акты, а также уделять внимание запретам на использование вейпов в определенных зонах и территориях.

Заключение

В ходе экспериментов, направленных на изучение пожарной опасности вейпов и жидкостей для их заправки, были проведены разнообразные исследования, включая исследование химического состава жидкостей по паспортам продукции, изучение параметров нагрева устройств и моделирование возможных аварийных ситуаций.

Анализ данных позволил выявить потенциальные источники возгорания при использовании вейпов, что подчеркивает необходимость принятия мер для повышения безопасности пользователей.

Рекомендации, основанные на результатах исследования, могут включать в себя более строгие стандарты качества для производителей, предупреждающие меры для потребителей.

Список источников

1. Руди С.Ф., Дурмович Э.Л. Электронные системы доставки никотина: перегрев, пожары и взрывы //Tobacco control. – 2017. – Т. 26. – №. 1. – С. 10-18.
2. Бессонов Д.В., Алексеев С.Г., Барбин Н.М. Вейпинг-новый вызов безопасности //Проблемы безопасности строительных критичных инфраструктур (Safety 2017). Материалы III Международной конференции, Екатеринбург, 16-17 мая 2017 г. – 2017. – С. 18.
3. Муханова С.К., Шопабаева А.Р., Нургожин Т.С. Оценка безопасности электронных сигарет // Евразийский Союз Ученых. – 2018. – №. 11-3 (56). – С. 42-45.
4. Левенштейн Д.К., Миддлкауфф Х.Р. Опасности, связанные с электронными сигаретами: призыв к немедленному регулированию FDA // Американский журнал профилактической медицины. – 2017. – Т. 52. – №. 2. – С. 229-231.
5. Клименти Н.Ю., Керин Д.С. Снижение количества пожаров в домах при использовании электронных сигарет взамен табачных //Интеллектуальный и научный потенциал XXI века. – 2016. – с. 84-86.
6. Левтер Р.А. Исследование пожарной опасности устройств для генерации пара / Левтер Р.А., Бирюкова И.А., Таратанов Н.А.// Современные пожаробезопасные материалы и технологии: Сборник материалов Международной научно-практической конференции, Иваново, 11 декабря 2019 года. – Иваново. – С. 103-106.
7. Алексеев С.Г., Бессонов Д.В., Барбин Н.М. Пожарная опасность электронных сигарет. 1. Рабочие жидкости //Качество и жизнь. – 2019. – №. 1. – С. 64-69.
8. «Аппарат для определения температуры вспышки в закрытом тигле» ТВЗ-ЛАБ-01» // [Электронный ресурс]// <https://www.neft-standart.ru> (дата обращения 15.02.2024 г.).
9. ГОСТ Р 58109-2018. Жидкости для электронных систем доставки никотина. Общие технические условия от 17 апреля 2018 г. № 201 (дата обращения 21.02.2024 г.).
10. ТР ТС 004/2011. О безопасности низковольтного оборудования (с изменениями на 10 июня 2022 года).

References

1. Rudy S.F., Durmowicz E.L. Electronic nicotine delivery systems: overheating, fires and explosions // Tobacco control. – 2017. – Т. 26. – №. 1. – С. 10-18.
2. Bessonov D.V., Alekseev S.G., Barbin N.M. Vaping-a new security challenge //Safety problems of construction critical infrastructures (Safety 2017). Proceedings of the III International Conference, Yekaterinburg, May 16-17, 2017 – 2017. – p. 18.
3. Mukhanova S.K., Shopabaeva A.R., Nurgozhin T.S. Safety assessment of electronic cigarettes // Eurasian Union of Scientists. – 2018. – №. 11-3 (56). – Pp. 42-45.

4. Loewenstein D.K., Middlekauff H.R. Electronic cigarette device-related hazards: a call for immediate fda regulation // American journal of preventive medicine. – 2017. – Т. 52. – №. 2. – С. 229-231.
5. Klimenti N.Yu., Kerin D.S. Reducing the number of fires in homes when using electronic cigarettes instead of tobacco // The intellectual and scientific potential of the XXI century. - 2016. – pp. 84-86.
6. Levter R.A. Fire hazard research of steam generation devices / Levter R.A., Biryukova I.A., Taratanov N.A. // Modern fireproof materials and technologies: Collection of materials of the International scientific and practical conference, Ivanovo, December 11, 2019. – Ivanovo. – pp. 103-106.
7. Alekseev S.G., Bessonov D.V., Barbin N.M. Fire hazard of electronic cigarettes. 1. Working fluids // Quality and life. – 2019. – №. 1. – pp. 64-69.
8. "Apparatus for determining the flash point in a closed crucible "TVZ-LAB-01" // [Electronic resource]// <https://www.neft-standart.ru> (date of issue 02.15.2024).
9. GOST R 58109-2018. Liquids for electronic nicotine delivery systems. General technical conditions. dated April 17, 2018 No. 201 (accessed 02.21.2024).
10. TR CU 004/2011. About the safety of low-voltage equipment. (as amended on June 10, 2022).

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.07.2024, одобрена после рецензирования 20.08.2024, принята к публикации 30.08.2024.

The article was submitted 27.07.2024, approved after reviewing 20.08.2024, accepted for publication 30.08.2024.