

Научная статья  
УДК: 614.841.48  
doi: 10.34987/vestnik.sibpsa.2022.67.43.018

## Особенности действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров автомобилей с электродвигателем

*Николай Юрьевич Пивоваров*<sup>1</sup>  
*Вадим Витальевич Зыков*<sup>2</sup>  
*Андрей Николаевич Гладких*<sup>3</sup>  
*Алексей Николаевич Петухов*<sup>4</sup>

*Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, Балашиха, Россия*

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7108-8247>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3168-5503>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0382-4860>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9946-3296>

*Автор ответственный за переписку: Пивоваров Николай Юрьевич, ot-del-15@vniipo.ru*

**Аннотация.** В статье рассмотрен автомобиль с электродвигателем с точки зрения пожарной опасности его узлов и агрегатов, приведены самые распространенные причины и статистика пожаров транспортных средств с электродвигателями. Рассмотрены основные виды опасности для участников тушения пожара. Даны рекомендации по порядку действий оперативных должностных лиц и участников тушения при ведении боевых действий по тушению пожаров автомобилей с электродвигателем. Обоснована необходимость разработки и совершенствования существующих тактических подходов к действиям по тушению пожаров и проведению аварийно-спасательных работ пожарно-спасательными подразделениями при тушении пожаров автомобилей с электродвигателями.

**Ключевые слова:** автомобиль с электродвигателем, литий-ионная батарея, аварийная ситуация, пожар, порядок действий, рекомендации, руководитель тушения пожара.

**Для цитирования:** Пивоваров Н.Ю., Зыков В.В., Гладких А.Н., Петухов А.Н. Особенности действий подразделений пожарной охраны при тушении пожаров автомобилей с электродвигателем // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2022. № 2 (25). С. 157-166.

Original article

## FEATURES OF ACTIONS OF FIRE PROTECTION UNITS WHEN EXTINGUISHING FIRES OF CARS WITH AN ELECTRIC MOTOR

*Nikolay Yu. Pivovarov*<sup>1</sup>  
*Vadim V. Zikov*<sup>2</sup>  
*Andrey N. Gladkikh*<sup>3</sup>  
*Alexey N. Petukhov*<sup>4</sup>

*All-Russian Research Institute of Fire Defense of the Ministry of Emergency Situations of the Russian Federation, Balashikha, Russia*

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0001-7108-8247>

<sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0002-3168-5503>

<sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0002-0382-4860>

<sup>4</sup><https://orcid.org/0000-0002-9946-3296>

**Corresponding author:** Nikolay Yu. Pivovarov, [otdel-15@vniipo.ru](mailto:otdel-15@vniipo.ru)

**Abstract.** The article considers a car with an electric motor from the point of view of the fire danger of its components and assemblies, the most common causes and statistics of fires of vehicles with electric motors are given. The main types of danger for participants of fire extinguishing are considered. Recommendations are given on the procedure for the actions of operational officials and participants in extinguishing when conducting combat operations to extinguish fires of cars with an electric motor. The necessity of developing and improving existing tactical approaches to fire extinguishing and emergency rescue operations by fire and rescue units when extinguishing fires of cars with electric motors is substantiated.

**Keywords:** Car with electric motor, lithium-ion battery, emergency situation, fire, operation procedure, recommendations, fire extinguishing manager.

**For citation:** Pivovarov N.Yu., Zykov V.V., Gladkikh A.N., Petukhov A.N. Features of actions of fire protection units when extinguishing fires of cars with an electric motor // Siberian Fire and Rescue Bulletin 2022. № 2 (25). С. 157-166.

Использование автомобильного транспорта в качестве средства передвижения и перемещения грузов в личных и коммерческих целях в России и мире с каждым годом увеличивается. По данным аналитического агентства «АВТОСТАТ» на начало 2021 года в РФ в общем было зарегистрировано около 60 миллионов транспортных средств различного назначения. Из них 76 % – это легковые автомобили, которых насчитывается примерно 45 миллионов единиц. В остальные 24 % входят легкие коммерческие автомобили (4,2 миллиона единиц), грузовой автотранспорт (3,8 миллиона единиц), прицепы/полуприцепы (3,4 миллиона единиц) мототехника (2,4 миллиона единиц) и автобусы (0,4 миллиона единиц)<sup>1</sup>.

Количество зарегистрированных пожаров на автомобильном транспорте с каждым годом увеличивается и в 2020 году этот показатель составил около 16 тысяч с основной причиной – нарушение правил устройства и эксплуатации транспортных средств (порядка 10 тысяч пожаров) [1].

**Таблица 1. Распределение значений показателей обстановки с пожарами, произошедшими на некоторых видах транспортных средств с электродвигателем в Российской Федерации в 2020 году, по видам транспортных средств.**

Вид транспортного средства	Распределение по типу двигателя	2020	
		Кол-во пожаров, ед.	Прямой ущерб, тыс. руб.
Грузовой автомобиль	Всего	2 191	319 788
	Тип двигателя - электродвигатель	-	-
Легковой автомобиль	Всего	12 756	985 345
	Тип двигателя - электродвигатель	17	3 361
Автобус	Всего	377	59 470
	Тип двигателя - электродвигатель	-	-
Трактор	Всего	345	191 343
	Тип двигателя - электродвигатель	1	150
Ремонтно-дорожная и строительная техника	Всего	109	61 106
	Тип двигателя - электродвигатель	2	320
Специальная техника	Всего	284	307 996

<sup>1</sup> Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». Режим доступа: <https://www.autostat.ru>. [Электронные текстовые данные] – Дата обращения 03.03.2022.

Вместе с тем стоит отметить, что за 2020 год на 70 % в России вырос объем парка автомобилей с электродвигателем, хотя их доля по количеству в общем объеме рынка не велика (на начало 2021 года было зарегистрировано около 11 тысяч легковых электромобилей), но тенденция к их увеличению в следующих годах сохраняется, чему способствует развивающееся экологическое законодательство по снижению выбросов углекислого газа в атмосферу и всевозможные экономические льготы на оплату транспортного налога для владельцев такого вида транспорта в РФ. За рубежом по статистике рост доли числа транспорта с электродвигателем также сохраняется, что обусловлено еще более жесткими экологическими требованиями, чем в России [2].

С увеличением количества автомобилей с электродвигателем увеличивается вероятность возникновения пожаров на них, а, между тем, порядок и тактика действий тушения пожаров электромобилей и автомобилей с двигателем внутреннего сгорания (ДВС) на жидком и газовом топливе в корне отличаются.

На протяжении длительного периода эксплуатации обществом автомобилей с ДВС, исходя из практического опыта ликвидации пожаров с их участием, в подразделениях пожарной охраны были выработаны общие требования к способам, методам и тактике тушения, применению определенных огнетушащих веществ, а также разработаны нормативные требования для применения автоматических средств пожаротушения на стоянках автомобилей и паркингах [3].

В «стандартном» для нашего восприятия автомобиле с ДВС основная пожарная опасность связана с наличием горюче-смазочных материалов, резинотехнических изделий, топлива и газобаллонного оборудования (ГБО), что определяет следующие особенности развития пожара:

- быстрое распространение на начальной стадии по материалам обшивки салона и резинотехническим элементам топливной системы, системы охлаждения и покрышкам;
- возможность взрыва бензобака, ГБО;
- пролив жидкого топлива и мгновенное распространение пожара по нему [4].

Что касается автомобилей с электродвигателем, то в связи со сравнительно небольшим количеством их по отношению к традиционным автомобилям с ДВС в России, в настоящее время нет возможности в полной мере оценить все риски и опасности, которые могут возникнуть при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ с их участием, а, соответственно, и выработать единый подход к способам, методам и тактике тушения. Отсюда следует такой вывод, что личный состав пожарных подразделений не подготовлен должным образом к тушению автомобилей с электродвигателем, а любая ошибка может привести как к травмированию, так и гибели участника тушения пожара. Следовательно, необходимо разрабатывать и совершенствовать способы, методы и тактику тушения, требования по охране труда при ведении действий по тушению автомобилей с электродвигателями, а также программы подготовки личного состава пожарной охраны и принимать меры к обучению и повышению квалификации лиц, непосредственно участвующих в боевых действиях по тушению пожаров [5-6].

Рассмотрим основные узлы и агрегаты автомобиля с электродвигателем на предмет пожарной опасности. Принципиальная схема базового шасси автомобиля Audi e-tron Sportback с двумя электродвигателями выглядит следующим образом:

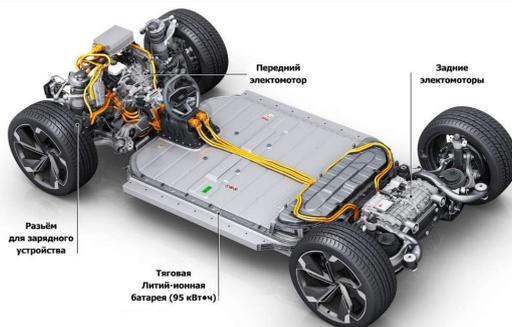


Рис. 1. Принципиальная схема базового шасси автомобиля Audi e-tron Sportback с двумя электродвигателями.

Электродвигатель включает в себя статор и ротор (рис. 2). Он работает, используя принцип электромагнитной индукции. Вращающееся магнитное поле в статоре действует на обмотку ротора и наводит в нем ток индукции, возникает вращающий момент, который приводит в движение ротор. Электроэнергия, поступающая на обмотки мотора, преобразуется в механическую энергию вращения [7]. Сам по себе электродвигатель не является источником повышенной пожарной опасности.

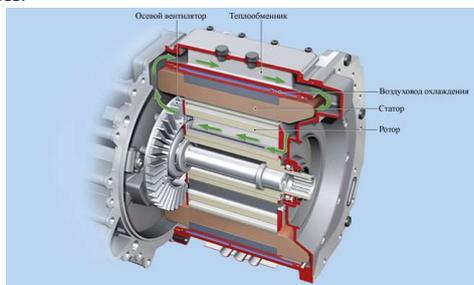


Рис. 2. Вид электродвигателя

Основным источником питания и, соответственно, самым пожароопасным и даже взрывоопасным узлом автомобиля с электродвигателем, является батарейный отсек, где располагаются несколько тысяч ячеек литий-ионных аккумуляторов, соединенных между собой последовательно и параллельно [8]. Внутри ячеек расположены катод и анод, разделенные между собой сепаратором (тонкой перегородкой из полимерного пористого материала) [9]. Пожаровзрывоопасность батарейного отсека определяется использованием в качестве источника энергии активного щелочного металла лития, который при взаимодействии с воздухом активно нагревается с выделением большого количества энергии, образуя при этом оксид лития, а при взаимодействии с водой происходит активное выделение водорода с образованием гидроксида лития [2].

Следующим по значимости источником пожарной опасности автомобиля с электродвигателем является сама силовая установка и высоковольтные кабели, соединяющие электродвигатель с источником энергии (аккумуляторной батареей). При неправильном выборе сечения кабеля, отсутствии или недостаточной защите от перегрузки по току и короткого замыкания, недостаточной защите от повреждения изоляции кабеля в результате износа или вибраций, может также произойти короткое замыкание с последующим нагревом и воспламенением окружающих элементов конструкции автомобиля [10].

Однако, из анализа зарегистрированных случаев причин возникновения пожаров на автомобилях с электродвигателем видно, что основным источником их пожарной опасности является аккумуляторная батарея [2-3, 5-6, 8-9]. Следовательно, необходимо рассмотреть возможные причины возникновения пожара, тактику действий подразделений пожарной охраны и выбрать оптимальные огнетушащие вещества (ОТВ) для тушения автомобиля с электродвигателем.

Самые распространенные причины пожара в автомобиле с электродвигателем можно разделить на несколько групп, по виду воздействия на аккумуляторную батарею:

- Механическое. Данный вид воздействия может возникнуть в результате дорожно-транспортного происшествия, выраженного в наезде на препятствие или столкновении с другим автомобилем;
- Тепловое. Данный вид воздействия проявляется при повышенной температуре окружающей среды, также может возникнуть в процессе интенсивной эксплуатации;
- Электрическое. Данный вид воздействия может возникнуть при перезарядке аккумуляторной батареи.

Все три вида воздействия, как правило, сопровождаются разрушением сепаратора и, в результате непосредственного контакта катода и анода, коротким замыканием в аккумуляторной батарее с выделением тепла и последующим инициированием экзотермической реакции теплового разгона, когда в цепную реакцию нагрева вступают близкорасположенные ячейки литий-ионных аккумуляторов [2,11].

В работе [12] представлены результаты полномасштабного экспериментального исследования, в котором рассмотрены причинно-следственные связи, приводящие к самовоспламенению, возгоранию и взрыву литий-ионных аккумуляторов, а также показана динамика и показатели распространения пожара в аккумуляторной батарее автомобиля с электродвигателем. Скорость распространения экзотермической реакции теплового разгона внутри аккумуляторной батареи между ячейками литий-ионных аккумуляторов составляет 22 секунды, максимальная температура пламени даже может достигать 1500 °С, а повторное самовозгорание после первичной ликвидации пожара может наступить через 22 часа, в связи с чем рекомендуется помещать ее на карантин в емкость с водой на 24 часа.

Исходя из физико-химических свойств щелочного металла (лития), составляющего основу энергетической емкости литий-ионных аккумуляторов и результатами взаимодействия его с различными классами ОТВ необходимо выбрать оптимальное средство тушения. В работе [13] рассмотрены плюсы и минусы применения газообразных, порошковых, аэрозольных, ОТВ на пенной и водной основе для тушения литий-ионных аккумуляторных батарей. Однако для ликвидации пожара при различных вариантах развития аварийной ситуации (пожар на автомагистрали, пожар в закрытом или открытом паркинге, пожар автомобиля при зарядке аккумуляторной батареи на зарядной станции) могут понадобиться одновременно несколько видов ОТВ, т. е. их комбинация. Основным ОТВ, обладающим наибольшей теплоемкостью и, следовательно, максимальной охлаждающей способностью будет, в первую очередь, вода, которой понадобится большое количество, чтобы охладить аккумуляторную батарею и тем самым замедлить экзотермическую реакцию теплового разгона, чтобы прекратить выделение тепла и распространение реакции между ячейками литий-ионных аккумуляторов.

При организации действий пожарных подразделений руководителю тушения пожара (РТП) в первую очередь стоит обратить внимание на соблюдения правил по охране труда личным составом. Основные опасности для участников тушения автомобилей с электродвигателями делятся на три группы: электрические, тепловые и химические [14].

Поражение электрическим током является одним из самых распространенных рисков при тушении автомобилей с электродвигателями. Напряжение высоковольтных проводов и аккумуляторной батареи в зависимости от модели может варьироваться от 400 до 800 Вольт. При отсутствии датчика индикации напряжения однозначно определить риск поражения электрическим током невозможно. Следовательно, необходимо держаться на безопасном расстоянии от высоковольтных элементов и по умолчанию считать, что они под напряжением. Применять ОТВ, являющееся проводником электрического тока, необходимо после отключения напряжения силовой установки.

Тепловая опасность связана с выделением лучистой энергии в инфракрасной области спектра с максимальной температурой, достигающей 1500 °С, и как следствие, с возможностью получения термического ожога кожных покровов высокой степени. В связи с этим, необходимо вести действия по тушению пожара автомобилями с электродвигателями в боевой одежде пожарного (БОП) и с расстояния, на котором действие теплового потока будет минимальным, с учетом необходимого расстояния для эффективной подачи ОТВ.

Химическая опасность связана с вытеканием электролита (как правило, используется серная кислота) из поврежденных ячеек аккумуляторной батареи и реакцией, происходящей при контакте с ОТВ (водой), сопровождающейся выделением тепла и выбросом получившейся смеси на кожные покровы с образованием химических ожогов. Также при горении аккумуляторной батареи происходят химические реакции элементов, входящих в ее состав с кислородом воздуха и ОТВ, применяемым при тушении. В результате чего выделяются токсичные газы в виде оксидов меди, никеля, кобальта, которые вызывают раздражение кожных покровов, слизистых оболочек глаз и верхних дыхательных путей. В связи с этим, необходимо проводить действия о тушение пожара автомобилями с электродвигателями в средствах индивидуальной защиты органов дыхания и зрения (СИЗОД), а также в экипировке, исключающей прямой доступ к кожным покровам участника тушения.

В связи с вышесказанным и исходя из анализа отечественных и зарубежных работ [2-14], необходимо дать краткие рекомендации по порядку действий для оперативных должностных лиц и участников тушения пожаров автомобилями с электродвигателем:

1. При следовании на вызов по заявке, связанной с возгоранием транспортного средства, должностному лицу, выступающему в роли РТП, необходимо через диспетчера и заявителя по возможности уточнить вид двигателя транспортного средства, об эвакуации людей из салона транспортного средства, наличии пострадавших;

2. По прибытию на место вызова, уточнить визуально вид двигателя транспортного средства. Особенностью автомобиля с электродвигателем будет являться отсутствие выхлопных труб, бензобака или ГБО, предупреждающие надписи о высоком напряжении, наличие порта для зарядки;

3. По прибытию на место вызов получить от водителя необходимую информацию:

- об эвакуации людей из салона транспортного средства, наличии пострадавших
- об отключении бортового электрооборудования и тягового электропривода;
- о месте расположения аккумуляторных батарей;

4. Действия по тушению пожара проводить в БОП и СИЗОД для исключения получения тепловых, химических ожогов кожных покровов и органов зрения, а также отравления парами токсичных газов;

5. При тушении пожара автомобиля с электродвигателем в закрытом паркинге необходимо задействовать системы противодымной вентиляции для удаления токсичных газов оксидов металлов из объема сооружения и организовывать эвакуацию водителей и пассажиров транспортных средств, находящихся на том же уровне;

6. При тушении пожара автомобиля с электродвигателем на стоянке или паркинге принять меры к эвакуации рядом расположенных транспортных средств на безопасное расстояние;

7. При тушении пожара автомобиля с электродвигателем в подземном паркинге жилого дома или административного здания принять меры к эвакуации жильцов, посетителей и сотрудников с этажей, непосредственно примыкающих к паркингу для исключения отравления парами токсичных газов;

8. Подачу ОТВ осуществлять только после отключения напряжения силовой установки. В случае, если это невозможно, принимать меры по заземлению пожарной техники и подавать ОТВ с безопасного расстояния не сплошной струей, а прерывистой, импульсным способом,

периодически перекрывая пожарный ствол. Обеспечить электробезопасность участников тушения пожара;

9. При тушении пожара автомобиля с электродвигателем на зарядной станции необходимо, в первую очередь, отключить транспортное средство от зарядки;

10. При тушении пожара автомобиля с электродвигателем на скоростной магистрали принимать меры по оцеплению территории на безопасном расстоянии для движущихся транспортных средств обозначением границ хорошо видимыми издали знаками;

11. Для тушения аккумуляторной батареи автомобиля с электродвигателем и ее охлаждения, для уменьшения скорости реакции теплового разгона необходимо большое количество воды, в связи с чем рекомендуется устанавливать пожарный автомобиль на водоисточник;

12. При невозможности прямого доступа к аккумуляторной батарее автомобиля с электродвигателем (обычно она герметично защищена от внешних воздействий) рекомендуется использовать стволы с насадками для локального повреждения защиты и подавать ОТВ в полученные отверстия;

13. Все действия по тушению аккумуляторной батареи автомобиля с электродвигателем проводить с безопасного расстояния, с учетом возможности возникновения химической реакции составляющих элементов литий-ионных аккумуляторов с водой;

14. При ведении действий по тушению аккумуляторной батареи автомобиля с электродвигателем, учитывать возможность взрыва аккумуляторной батареи;

15. При отсутствии возможности угрозы распространения пожара на рядом стоящие автомобили, здания и сооружения, и в случае нецелесообразности приступать к действиям по тушению по соображениям безопасности и экономической целесообразности, следует обеспечить безопасное, контролируемое выгорание автомобиля с электродвигателем;

16. После того, как пожар потушен, необходимо поместить аккумуляторную батарею на карантин в емкость с водой на 24 часа для исключения возможности повторного самовозгорания;

17. При невозможности отделения аккумуляторной батареи от автомобиля с электродвигателем, в качестве исключительной меры, зарубежные производители рекомендуют полностью помещать транспортное средство в специальный контейнер, заполненный водой на карантин.

Вывод. Таким образом в данной статье рассмотрен автомобиль с электродвигателем с точки зрения пожарной опасности его узлов и агрегатов, приведены самые распространенные причины и статистика пожаров транспортных средств с электродвигателями и даны рекомендации по порядку действий для РТП и участников тушения пожаров. Показана необходимость разработки и совершенствования способов, методов и тактики тушения, требований по охране труда при ведении действий по тушению автомобилей с электродвигателями, а также программ подготовки личного состава пожарной охраны для обучения и повышения квалификации лиц, непосредственно участвующих в действиях по тушению пожаров автомобилей с электродвигателями.

#### **Список источников**

1. Пожары и пожарная безопасность в 2020 году / Полехин П.В., Чебуханов М.А., Козлов А.А., Фирсов А.Г., Сибирко В.И., Гончаренко В.С., Четина Т.А. // Статистический сборник - Балашиха, 2021.

2. Пожарная безопасность автотранспорта с высоковольтным силовым оборудованием и объектов его транспортной инфраструктуры / О.В. Двоенко, И.А. Гусев, А.А. Шульпинов, В.А. Кузьменко // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. – 2020. – № 4. – С. 11-17. – DOI10.25257/FE.2020.4.11-17.

3. Особенности пожаротушения тяговых литий-ионных аккумуляторов транспортных средств / В.В. Колчин, А.В. Мирончев, А.В. Долговидов // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 28 мая 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 27-33.
4. О пожароопасности некоторых типов автомобилей / А.А. Таранцев, М.Р. Сытдыков, Д.А. Поташев // Научно-аналитический журнал Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России. – 2021. – № 1. – С. 1-8.
5. Особенности тушения электромобилей / А.В. Берко, А.В. Петров // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 1(8). – С. 69-72.
6. Опасность возгорания и перспективные способы тушения электромобилей / С.Н. Никишов, О.С. Иваненко // Актуальные вопросы пожаротушения: сборник материалов II Всероссийской научно-практической конференции, Иваново, 28 мая 2021 года. – Иваново: Ивановская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021. – С. 47-52.
7. А.П. Кашкаров Современные электромобили. Устройство, отличия, силовые установки – М.: ДМК Пресс, 2018 – 251 С.
8. Электрокары и проблема тушения литий-ионных батарей / А. А. Королев, Н. В. Лоскутов, А. Н. Сергиенко // Пожарная безопасность: современные вызовы. Проблемы и пути решения: Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 22 апреля 2021 года / Сост.: А.В. Зыков, Н.В. Федорова, О.Е. Евсеева. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский университет Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2021. – С. 255-259.
9. Возгорание электромобиля: проблемы при тушении / А. В. Венжик, Ю. В. Мнускина, Ю. В. Мнускин // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – 2021. – № 1(8). – С. 77-80.
10. Łebkowski, Andrzej. (2017). Electric Vehicle Fire Extinguishing System. Przegląd Elektrotechniczny. 93. 329-332. 10.15199/48.2017.01.77.
11. Пожарная безопасность электромобилей / В. В. Колчин, А. С. Крутолапов // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. – 2018. – Т. 1. – С. 417-419.
12. Li, H., Peng, W., Yang, X. et al. Full-Scale Experimental Study on the Combustion Behavior of Lithium Ion Battery Pack Used for Electric Vehicle. Fire Technol 56, 2545-2564 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10694-020-00988-w>.
13. Обзор огнетушащих средств при тушении литий-ионных батарей / А. А. Мельник, Ю. Н. Елисеев, А. В. Мокряк, Д. В. Иванов // Сибирский пожарно-спасательный вестник. – 2021. – № 2(21). – С. 33-35. – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.30.61.006.
14. Wöhrl, K.; Geisbauer, C.; Nebl, C.; Lott, S.; Schweiger, H.-G. Crashed Electric Vehicle Handling and Recommendations – State of the Art in Germany. Energies 2021, 14, 1040. <https://doi.org/10.3390/en14041040>

### List of sources

1. Fires and fire safety in 2020 / the Polekhin P. V., Cebuano M. A., Kozlov A. A., Firsov A. G., Sibirko V. I., Goncharenko V. S., T. A. Chechetkina // Statistical compilation - Balashikha, 2021.
2. Fire safety of vehicles with high-voltage power equipment and objects of its transport infrastructure / O.V. Dvoenko, I.A. Gusev, A.A. Shulpinov, V.A. Kuzmenko // Fires and emergencies: prevention, elimination. - 2020. - No. 4. - pp. 11-17– - DOI10.25257/FE.2020.4.11-17.
3. Features of fire extinguishing of traction lithium-ion batteries of vehicles / V.V. Kolchin, A.V. Mironchev, A.V. Dolgovidov // Actual issues of fire extinguishing: collection of materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Ivanovo, May 28, 2021. - Ivanovo: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021. - pp. 27-33.

4. On the fire hazard of certain types of cars / A.A. Tarantsev, M.R. Sytdykov, D.A. Potashev // Scientific and Analytical journal Bulletin of the St. Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of Emergency Situations of Russia. - 2021. - No. 1. - pp. 1-8.
5. Features of extinguishing electric vehicles / A.V. Berko, A.V. Petrov // Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. – 2021. – № 1(8). – Pp. 69-72.
6. Fire hazard and promising methods of extinguishing electric vehicles / S.N. Nikishov, O.S. Ivanenko // Topical issues of firefighting: collection of materials of the II All-Russian Scientific and Practical Conference, Ivanovo, May 28, 2021. - Ivanovo: Ivanovo Fire and Rescue Academy of the Ministry of Emergency Situations of Russia, 2021. - pp. 47-52.
7. A.P. Kashkarov Modern electric vehicles. Device, differences, power plants - Moscow: DMK Press, 2018 - 251 P.
8. Electric cars and the problem of extinguishing lithium-ion batteries / A. A. Korolev, N. V. Loskutov, A. N. Sergienko // Fire safety: modern challenges. Problems and solutions: Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, April 22, 2021 / Comp.: A.V. Zykov, N.V. Fedorova, O.E. Evseeva. - Saint Petersburg: Saint Petersburg University of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, 2021. - pp. 255-259.
9. Ignition of an electric vehicle: problems with extinguishing / A.V. Venzhik, Yu. V. Mnuskina, Yu. V. Mnuskin // Fire and technosphere safety: problems and ways of improvement. – 2021. – № 1(8). – Pp. 77-80.
10. Lebkowski, Andrzej. (2017). Electric Vehicle Fire Extinguishing System. Przegląd Elektrotechniczny. 93. 329-332. 10.15199/48.2017.01.77.
11. Fire safety of electric vehicles / V. V. Kolchin, A. S. Krutolapov // Fire safety: problems and prospects. - 2018. - Vol. 1. - pp. 417-419.
12. Li, H., Peng, W., Yang, X. et al. Full-Scale Experimental Study on the Combustion Behavior of Lithium Ion Battery Pack Used for Electric Vehicle. Fire Technol 56, 2545-2564 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10694-020-00988-w>.
13. Review of fire extinguishing agents when extinguishing lithium-ion batteries / A. A. Melnik, Yu. N. Eliseev, A.V. Mokryak, D. V. Ivanov // Siberian Fire and Rescue Bulletin. – 2021. – № 2(21). – Pp. 33-35 – DOI 10.34987/vestnik.sibpsa.2021.30.61.006.
14. Wöhrle, K.; Geisbauer, C.; Nebl, C.; Lott, S.; Schweiger, H.-G. Crashed Electric Vehicle Handling and Recommendations – State of the Art in Germany. Energies 2021, 14, 1040. <https://doi.org/10.3390/en14041040>

***Информация об авторах***

Н.Ю. Пивоваров - кандидат технических наук

***Information about the author***

N.Yu. Pivovarov - Ph.D. of Engineering Sciences

***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 28.04.2022; одобрена после рецензирования 18.05.2022; принята к публикации 30.06.2022.

The article was submitted 28.04.2022, approved after reviewing 18.05.2022, accepted for publication 30.06.2022.