https://doi.org/10.22227/PVB.2020.29.03.6-17 УДК 614.841.3:629.3.02

# Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности материалов внутренних конструкционных элементов специальных автомобилей

#### © С.Г. Цариченко<sup>1™</sup>, В.В. Колесников², Н.И. Константинова³, З.Ю. Козинда⁴

- 1 ООО «АТЛАС» (Россия, 115191, г. Москва, ул. Новая Заря, 6)
- Академия Государственной противопожарной службы МЧС России (Россия, 129366, г. Москва, ул. Бориса Галушкина, 4)
- 3 Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России (Россия, 143903, Московская обл., г. Балашиха, мкр. ВНИИПО, 12)
- 4 ООО «Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности» (Россия, 105120, г. Москва, Костомаровский пер., 3)

#### **АННОТАЦИЯ**

Введение. Для автотранспортных средств, занятых перевозкой людей и грузов, быстрая эвакуация которых в случае возникновения пожара не может быть осуществлена, должны быть сформулированы специальные требования пожарной безопасности, в частности к отделке внутреннего интерьера. В действующих нормативных документах такие требования пожарной безопасности отсутствуют или отражены не в полной мере, что не обеспечивает безопасность персонала и грузов в условиях возможного пожара.

**Проблематика вопроса.** Оценка пожарной опасности материалов, используемых во внутренней конструкции элементов автотранспорта, ограничивается определением скорости распространения пламени по горизонтальной поверхности от маломощного источника зажигания и не учитывает другие опасные факторы пожара, влияющие на безопасную эвакуацию людей. Целью работы является разработка предложений по совершенствованию требований пожарной безопасности материалов внутреннего интерьера специальных автотранспортных средств.

Результаты и их обсуждение. Проведен сравнительный анализ существующих нормативных критериев и методов оценки пожарной опасности материалов, используемых для внутреннего интерьера транспортных средств. Результаты экспериментальной оценки параметров пожарной опасности материалов показали, что они, классифицированные как неогнеопасные по ГОСТ 25076-81 (ИСО 3795:1989), могут относиться к легковозгораемым, способным образовывать горящий расплав и к чрезвычайно опасным по показателю токсичности продуктов горения после проведения испытаний в соответствии с другими нормативными документами.

**Выводы.** Целесообразно ограничить использование легковозгораемых материалов для внутреннего интерьера специальных автомобилей. Наряду с используемым методом по оценке огнеопасности необходимо внести обязательные требования пожарной безопасности материалов, которые исключают использование материалов, образующих горящий расплав, и ограничивают токсичность продуктов горения.

**Ключевые слова:** специальные автотранспортные средства; материалы внутреннего интерьера; скорость горения; горящий расплав; токсичность продуктов горения

**Для цитирования:** *Цариченко С.Г., Колесников В.В., Константинова Н.И., Козинда З.Ю.* Актуальные вопросы обеспечения пожарной безопасности материалов внутренних конструкционных элементов специальных автомобилей // Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2020. Т. 29. № 3. С. 6–17. DOI: 10.22227/PVB.2020.29.03.6-17

🔀 Цариченко Сергей Георгиевич, e-mail: tsarichenko\_s@mail.ru

## Actual questions of fire safety of materials internal structural elements for special vehicles

### © Sergey G. Tsarichenko<sup>1⊠</sup>, Vladimir V. Kolesnikov², Nataliya I. Konstantinova³, Zinaida Yu. Kozinda⁴

- Open Liability Company "ATLAS" (Novaya Zarya St., 6, Moscow, 115191, Russian Federation)
- State Fire Academy of Emercom of Russia (Borisa Galushkina St., 4, Moscow, 129366, Russian Federation)
- 3 All-Russian Research Institute for Fire Protection of Emercom of Russia (VNIIPO, 12, Balashiha, Moscow region, 143903, Russian Federation)
- Open joint stock company "CNIISHP" (Kostomarovski alleyway, 3, Moscow, 105120, Russian Federation)

#### **ABSTRACT**

**Introduction.** Special requirements for fire safety, in particular for interior decoration, must be formulated for vehicles that are associated with the transport of people and goods, the rapid evacuation of which can not be carried out in the event

of a fire. The current regulatory documents do not contain fire safety requirements or do not fully reflect them, which does not ensure the safety of personnel and cargo in the event of a possible fire.

**Problems of the issue.** The fire hazard assessment of materials used in the internal structure of vehicle elements is limited to determining the speed of flame propagation on a horizontal surface from a low-power ignition source and does not take into account other fire hazards that affect the safe evacuation of people. The purpose of the work is to develop proposals for improving the fire safety requirements of interior materials of special vehicles.

Results and discussion. A comparative analysis of existing regulatory criteria and methods for assessing the fire hazard of materials used for the interior of vehicles. The results of experimental evaluation of fire hazard parameters of materials showed that they are classified as non-flammable according to GOST 25076, according to other standard methods can be considered flammable, capable of forming a burning melt and extremely dangerous in terms of toxicity of Gorenje products. Conclusions. It is advisable to limit the use of flammable materials in the interior of special vehicles and, along with the method used for assessing the fire hazard, make mandatory requirements for the exclusion of the formation of a burning melt and the toxicity of combustion products.

Keywords: special vehicles; interior materials; combustion rate; burning melt; toxicity of combustion products

**For citation:** Tsarichenko S.G., Kolesnikov V.V., Konstantinova N.I., Kozinda Z.Yu. Actual questions of fire safety of materials internal structural elements for special vehicles. *Pozharovzryvobezopasnost/Fire and Explosion Safety*. 2020; 29(3):6-17. DOI: 10.22227/PVB.2020.29.03.6-17

Sergey Georgiyevich Tsarichenko, e-mail: tsarichenko\_s@mail.ru

#### Введение

Использование материалов для конструктивных элементов и отделки внутреннего интерьера в автотранспортных средствах, занятых перевозкой людей и грузов, должно регламентироваться специальными требованиями пожарной безопасности, поскольку быстрая эвакуация из этих автомобилей в случае пожара может быть затруднена. К таким автотранспортным средствам относятся автомобили скорой медицинской помощи, медицинские комплексы на шасси транспортных средств, пожарные автомобили, транспортные средства для аварийно-спасательных служб и полиции, перевозки денежной выручки и ценных грузов, оперативно-служебные транспортные средства для перевозки лиц, находящихся под стражей, а также транспортные средства, занятые в системе общественного транспорта.

В соответствии с положениями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» определен перечень специальных и специализированных транспортных средств, к которым предъявляются дополнительные требования безопасности в соответствии со спецификой их функционального назначения. Данный подход к выделению специфических требований безопасности в отдельный раздел является абсолютно правильным, поскольку целенаправленно обеспечивает безопасность специальных автотранспортных средств.

Однако в существующих нормативных документах, регламентирующих, в частности, требования пожарной безопасности, нашли отражения только отдельные вопросы, которые не в полной мере отражают требования безопасности, предъявляемые к материалам внутреннего интерьера в условиях возможного пожара в автотранспортных средствах рассматриваемых классов. Кроме того,

пожарные требования к внутреннему интерьеру автомобилей скорой медицинской помощи, медицинских комплексов на шасси транспортных средств, транспортных средств для аварийно-спасательных служб и полиции, оперативно-служебных транспортных средств для перевозки лиц, находящихся под стражей, вообще не предъявляются.

Данное исследование посвящено вопросам разработки предложений для нормативных документов по пожарной безопасности материалов внутреннего обустройства на специальном автотранспорте и выбора оптимальных по эффекту огнезащиты материалов.

Целью работы является разработка предложений по совершенствованию требований пожарной безопасности материалов внутреннего интерьера специальных автотранспортных средств.

Основными задачами, необходимыми для достижения поставленной цели, являются проведение анализа существующих нормативных критериев и методов оценки пожарной опасности материалов, используемых для внутреннего интерьера транспортных средств, и выполнение комплексных экспериментальных исследований по изучению указанных параметров.

#### Проблематика вопроса

К элементам внутреннего интерьера автомобиля относятся дверные панели с управляющими элементами, текстиль и наполнитель в обивке кресел, покрытие пола, потолка и стен, теплозвукоизоляционные материалы, герметизирующие прокладки [1]. В зависимости от типа и конструкции автомобиля на внутренний интерьер приходится около трети всей массы используемых в конструкции автомобилей полимеров, т.е. масса полимерных материалов может представлять значительную величину [2].









Рис. 1. Примеры пожаров в специальных автотранспортных средствах

Fig. 1. Examples of fires in special vehicles

Изготовление элементов внутреннего интерьера из легковозгораемых материалов, по поверхности которых быстро распространяется пламя, представляет серьезную опасность в случае возникновения пожара [3], что подтверждается реальными случаями возгорания рассматриваемых автотранспортных средств (рис. 1).

В настоящее время наиболее полные требования к устойчивости к воспламенению материалов внутреннего интерьера представлены в Правилах ООН № 118 «Единообразные технические предписания, касающиеся характеристик горения материалов, используемых в конструкции внутренних элементов механических транспортных средств определенных категорий» в отношении характеристик горения (воспламеняемость, скорость горения и способность образовывать горящий расплав) материалов, применяемых в конструкции внутренних элементов транспортных средств классов II и III категории МЗ. Ужесточение требований обусловлено тяжелыми последствиями пожаров междугородних автобусов (рис. 2).

Особые требования к пожаробезопасности материалов внутреннего интерьера должны предъявляться и к пожарным автомобилям, работа которых по определению связана с необходимостью нахо-

диться в непосредственной близости и контакте с огнем и мощными тепловыми потоками. Вопросу устойчивости элементов конструкции пожарных автомобилей к воздействию внешних тепловых нагрузок был посвящен ряд работ [4–7], в которых в основном изучались вопросы защиты внутреннего пространства боевого отсека от внешнего теплового воздействия и пламени. При этом практически не рассматривался вопрос устойчивости к воспла-



**Рис. 2.** Пожар транспортного средства категории M3 (междугороднего автобуса)

Fig. 2. Fire of a vehicle of category M3 (intercity bus)

менению и распространению горения материалов внутреннего интерьера.

Требования пожарной безопасности для материалов внутренней отделки рассматриваемых специальных автотранспортных средств должны быть существенно выше установленных к обычным легковым и грузовым автомобилям. Это объясняется необходимостью в случае возникновения пожара иметь достаточное количество времени для проведения пожарноспасательных мероприятий.

Немаловажное влияние на безопасность людей при пожаре может оказывать и токсичность летучих продуктов термического разложения материалов внутреннего интерьера автомобилей. Исходя из этого, необходимо изучить вопрос о необходимости учета токсичности продуктов горения материалов и других пожарных свойств материалов внутреннего интерьера, требования к которым не нашли отражения ни в одном из приведенных нормативных документов.

Условия, затрудняющие оперативную эвакуацию из аварийного автотранспортного средства, на наш взгляд, во многом аналогичны условиям эксплуатации водного, авиационного и железнодорожного транспорта, к которым предъявляются специальные комплексные требования в отношении пожарной безопасности материалов внутреннего интерьера, что может быть учтено при формировании аналогичных нормативных требований, предъявляемых к внутренней отделке рассматриваемых специальных автотранспортных средств.

Существующие требования пожарной безопасности к материалам внутренней отделки речных и морских судов, пассажирских вагонов железнодорожного транспорта и метро обеспечивают существенное снижение возможности возгорания и распространения огня, образования дыма и токсичных продуктов горения при возникновении пожара. С целью совершенствования требований безопасности к внутренней отделке интерьера специальных автомобилей представляет интерес сопоставить их с существующими критериями и параметрами оценки пожарной опасности материалов отделки других транспортных средств.

#### Результаты и обсуждение

Для оценки пожарной опасности материалов внутренней отделки автотранспортных средств используется межгосударственный стандарт ГОСТ 25076—81 «Материалы неметаллические для отделки интерьера автотранспортных средств. Метод определения огнеопасности» (ИСО 3795:1989 «Транспорт дорожный, тракторы и машины для сельского и лесного хозяйства. Определение характеристик горения материалов обивки салона»),

который устанавливает метод определения огнеопасности и распространяется на неметаллические материалы, предназначенные для отделки интерьера автомобилей, автобусов, троллейбусов и других автотранспортных средств. Огнеопасность материала характеризуется скоростью и особенностями горения испытуемого образца материала, при этом материал считается огнеопасным, если скорость горения превышает 100 мм/мин.

Методикой оценки скорости горения в горизонтальном направлении, приведенной в Правилах ООН №118 для отдельных элементов интерьера, предусмотрена обязательная оценка скорости горения в вертикальном направлении и возможности образования горящего каплепадения.

Нормативные документы (ТР ТС 001-2011 «О безопасности железнодорожного подвижного состава», ГОСТ Р 55183-2012 «Вагоны пассажирские локомотивной тяги. Требования пожарной безопасности», НПБ-109 «Нормы пожарной безопасности. Вагоны метрополитена. Требования безопасности»), регламентирующие пожарной пожарную безопасность материалов внутреннего обустройства пассажирских вагонов железной дороги и метрополитена, содержат требования к критериям оценки таких параметров, как горючесть, дымообразующая способность, способность распространять пламя по поверхности, токсичность продуктов горения (определяемых по ГОСТ 12.1.044-89 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения» п. 4.3, 4.18, 4.19, 4.20, соответственно) и устойчивость к воспламенению текстильных материалов согласно ГОСТ Р 50810-95 «Пожарная безопасность текстильных материалов. Ткани декоративные. Метод испытания на воспламеняемость и классификация».

Материалы внутренней отделки морских судов в зависимости от функционального назначения проходят испытания по международным методикам согласно Кодексу ПИО 2010 (ч. 1, 3.5, 7–9, т. 2, ч. 10), ГОСТ 12.1.044–89. Указанные методы оценки предусматривают определение горючести, способности распространять пламя по вертикальной поверхности, дымообразования и токсичности продуктов горения, а также устойчивости к воспламенению текстильных материалов и изделий из них.

Существуют требования к материалам и покрытиям внутренней отделки речных судов, регламентированные Правилами Российского речного регистра (т. 2, ч. 10). Параметры горючести, дымообразующей способности, способности распространять пламя по поверхности, токсичности продуктов горения оцениваются согласно ГОСТ 12.1.044—89. Таким образом, к материалам и изделиям для внутренней отделки транспортных средств, кроме автомобилей, предъявляются достаточно жесткие комплексные требования пожаробезопасности, исключающие использование следующих материалов: легковозгораемых, быстро распространяющих пламя по поверхности, с высокой дымообразующей способностью и высокоопасных по токсичности продуктов горения.

Из анализа приведенной выше информации следует, что общим свойством пожарной опасности материалов, применяемых для внутренней отделки различных транспортных средств, является их способность к возникновению и распространению горения, при этом оценка дымообразующей способности и токсичности продуктов горения для автотранспортных средств вообще не рассматривается.

В табл. 1 представлены результаты аналитических исследований по сопоставлению основных характеристик методов оценки способности поддерживать горение и распространять пламя по поверхности материалов внутреннего обустройства некоторых видов транспортных средств.

Как следует из приведенных данных, методы оценки горючести и способности распространения пламени в значительной степени различаются между собой по определению теплопроизводительности и времени воздействия источника зажигания, ориентации образца по отношению к источнику зажигания, размерам образцов, совокупности определяемых параметров.

Условия проведения испытаний согласно стандартным методам для оценки горючести и распространения пламени материалов внутреннего обустройства в представленных видах пассажирского транспорта (за исключением автомобильного) предусматривают использование более мощного теплового воздействия, что характеризует более высокую степень огнезащиты применяемых материалов при положительном результате испытаний.

Нормативные требования, предъявляемые к элементам конструкций внутреннего интерьера автомобильного транспорта по пожарной опасности материалов согласно ГОСТ 25076–81 (ИСО 3795:1989), ограничиваются только оценкой способности распространения пламени по горизонтальной поверхности от сравнительно маломощного источника зажигания (эквивалент горящей спички) и не включают комплексную оценку других опасных факторов пожара: образования горящего расплава, выделения токсичных летучих продуктов термического разложения и дыма, в том числе определяющих безопасную эвакуацию персонала и грузов при пожаре.

С целью сравнительной оценки комплекса по-казателей пожарной опасности материалов, исполь-

зуемых в настоящее время во внутреннем интерьере различных категорий автотранспортных средств, были проведены экспериментальные исследования некоторых видов звуко- и теплоизоляционных материалов. Различными стандартными методами испытаний, входящими в нормативную базу требований, регламентирующих их безопасное применение, были изучены следующие параметры: распространение пламени по поверхности, дымообразующая способность, токсичность продуктов горения. Для оценки легкости возгорания и возможности образования горящего каплепадения исследуемых материалов была использована методика ГОСТ Р 56027-2014 «Материалы строительные. Метод испытаний на возгораемость под воздействием малого пламени».

Для исследований были выбраны используемые в качестве тепло-звукоизоляционных и набивочных материалов сидений вспененные системы на основе полиуретана (ППУ), полипропилена (ППП), полиэтилена (ППЭ), а также нетканые материалы из полиэфирных волокон (ПЭВ). Представленные материалы находят наиболее широкое применение в автомобильной промышленности за рубежом. Учеными проводятся исследования по совершенствованию их эксплуатационных характеристик и степени огнестойкости, что нашло отражение в ряде работ [8–14].

Кроме того, для сравнения представлены экспериментальные данные пожарно-технических характеристик наиболее пожаробезопасных теплозвуко-изоляционных материалов на основе термостойких волокон (ТСВ), используемых в пассажирском вагоностроении для железных дорог. Все указанные материалы выпускаются серийно, в соответствии с разработанной на них технической документацией. Наименования продукции и фирм-изготовителей в статье не приводятся в целях исключения разглашения информации, представляющей коммерческий интерес и носящей рекламный характер.

Как следует из данных, представленных в табл. 2, все указанные материалы, применяемые для внутренней отделки автотранспортных средств, удовлетворяют требованиям ГОСТ 25076–81 (ИСО 3795:1989) и считаются неогнеопасными, так как скорость горения не превышает 100 мм/мин.

Вместе с тем, по результатам комплексных исследований параметров пожарной опасности в соответствии с ГОСТ Р 56027–2014, все исследованные материалы относятся к группе легковозгораемых, с высокой дымообразующей способностью и высокоопасных, а материал 1 (см. табл. 2) — к чрезвычайно опасным, по показателю токсичности продуктов горения. Некоторые из материалов быстро распространяют пламя по поверхности

**Таблица 1.** Основные характеристики методов оценки параметров пожарной опасности материалов внутреннего интерьера некоторых видов транспортных средств

Table 1. Basic specifications of assessment methods of fire hazard parameters of interior finish materials for certain vehicle types

Вид транспортного средства Туре of vehicle	Нормативный документ Regulatory document	Параметр оценки пожарной опасности материалов Parameter of material fire hazard assessment	Основные характеристики методов оценки пожарной опасности материалов Basic specifications of methods of material fire hazard assessment	Нормативные критерии оценки пожарной опасности материалов Standard criteria of material fire hazard assessment
Автомобили определенных категорий Motor vehicles of certain categories	FOCT 25076–81 GOST 25076–81	Скорость горения, V мм/с Combustion rate, V mm/s	Источник зажигания — горелка Бунзена диаметром 9,5 ± 0,5 мм, теплотворная способность газа пропан-бутан — 38 ± 2,55 МДж/м³ Высота пламени — 3840 мм Размер образцов — 360×100×13 мм Количество образцов — 5 Расположение образца — горизонтальное Время воздействия — 1530 с Ignition source: Bunsen burner dia. 9.5 ±0.5 mm, calorific value of propane-butane gas: 38 ±2.55 МЈ/m³ Flame height — 3840 mm Samples' size — 360×100×13 mm Quantity of samples — 5 pcs. Sample position — horizontal Exposure — 1530 s	$V \le 100$ мм/с Образец не загорелся в течение 30 с воздействия пламени горелки; погас, не догорев до начала мерной базы $V \le 100$ mm/s The sample did not catch fire within 30 s of burner flames exposure; the flame went out before it had burned its way to the measurement reference point
Пассажирские вагоны железной дороги и метро, речные суда Passenger railway and metro carriages, river vessels	ГОСТ Р 55183–2012, НПБ–109, Правила Российского речного регистра (т. 2, ч. 10). GOST R 55183–2012, НПБ–109, Rules of Russian River Register (v. 2, p. 10).	Горючесть Combustibility	Источник зажигания — горелка диаметром $7.0 \pm 0.1$ мм, газ — пропан бутан Высота пламени — примерно $80$ мм Размер образцов — $150 \times 60$ мм, толщина — не более $30$ мм Количество образцов — $3$ Расположение образца — вертикальное Время воздействия — $300$ с Ignition source — burner dia. $7.0 \pm 0.1$ mm, gas — propane-butane Flame height — appr. $80$ mm Sample size — $150 \times 60$ mm, thickness — max $30$ mm Quantity of samples — $3$ pcs Sample position — vertical Exposure — $300$ s	Максимальная температура газообразных продуктов горения материала — $T_{\rm max}$ , °C Максимальное приращение температуры — $\Delta T_{\rm max}$ , °C Время достижения $\Delta T_{\rm max}$ — $\tau$ , мин Потеря массы образца — $\Delta m$ , % Трудногорючие материалы: $\Delta T_{\rm max} < 60$ °C, $\Delta m < 60$ % Горючие трудновоспламеняемые материалы: $T_{\rm max} > 4$ мин, $\Delta m < 60$ % Махітишт temperature of gaseous material combustion products — $T_{\rm max}$ , °C Maximum temperature growth — $\Delta T_{\rm max}$ , °C Gain time of $\Delta T_{\rm max}$ — $\tau$ , min Sample's loss of mass — $\Delta m$ , % Slow-burning materials: $\Delta T_{\rm max} < 60$ °C, $\Delta m < 60$ %. Combustible and slow-burning materials: $T_{\rm max} > 4$ min, $\Delta m < 60$ % materials: $T_{\rm max} > 4$ min, $\Delta m < 60$ %

Вид транспортного средства Туре of vehicle	Вид Нормативный опасности методов оценки пожа опасности опасности материалов вазіс specification		Основные характеристики методов оценки пожарной опасности материалов Basic specifications of methods of material fire hazard assessment	Нормативные критерии оценки пожарной опасности материалов Standard criteria of material fire hazard assessment		
		Способность распространения пламени Fire-spreading capacity	Источники зажигания: электрическая радиационная панель мощностью $32\pm3$ кВт/м²; запальная горелка с высотой пламени $11\pm2$ мм, размер образцов — $320\times140$ мм, толщина — не более $20$ мм Количество образцов — $5$ Расположение образца — под углом $30^\circ$ от вертикали в сторону радиационной панели Время воздействия — до момента прекращения распространения пламени Ignition sources: Electrical radiant heating panel $32\pm3$ kW/m²; pilot burner with a flame height of $11\pm2$ mm Sample size — $320\times140$ mm, thicknesses — max $20$ mm Quantity of samples — $5$ pcs. Sample position — under an angle of $30^\circ$ from the vertical plane inclined to the radiant panel Exposure — until the fire ceases to spread	Безразмерный показатель — индекс распространения пламени $I \le 20$ Dimensionless indicator — fire-spreading index $I \le 20$		
Moрские суда Sea vessels	Кодекс ПИО 2010 (ч. 1, 3.5, 7–9, т. 2, ч. 10) PIO Code 2010 (р. 1, 3.5, 7–9, v. 2, р. 10)	Поверхностная воспламеняемость Superficial inflammability	Источник зажигания — газовая радиационная панель мощностью 50 кВт/м² Размер образцов — 155 × 800 мм, толщина — не более 20 мм Количество образцов — 3 Расположение образцов — вертикальное Время воздействия — до момента прекращения распространения пламени Ignition source — gas-heated radiation panel with 50 kW/m² specific heating power Sample size — 155 × 800 mm, thickness — max 20 mm Quantity of samples — 3 pcs. Sample position — vertical Exposure — until the fire ceases to spread	Положительные результаты испытаний:  — критический поток при затухании CFE $\geq$ 7,00 кВт·м-²;  — теплота для устойчивого горения $Q_{SB} \geq$ 0,25 МДж·м-²;  — общее тепловыделение $Q_t \leq$ 2,00 МДж; максимальная скорость тепловыделения $Q_p \leq$ 10,00 кВт Розітіче experimental results:  — critical flow at extinguishing CFE $\geq$ 7.00 kW·m-²;  — thermal energy for stable burning $Q_{SB} \geq$ 0.25 MJ·m-²;  — total heat emission $Q_t \leq$ 2.00 MJ; maximum hear emission rate $Q_p \leq$ 10.00 kW		

Таблица 2. Результаты экспериментальных исследований параметров пожарной опасности материалов внутренней отделки транспортных средств Table 2. Results of experimental studies of the fire hazard parameters of vehicle internal finish materials

		Индекс распространения пламени (п. 4.19) Fire spreading index (рат. 4.19)	I	102	66	7.4	8.2
Методы и параметры оценки пожарной опасности Methods and parameters of fire hazard assessment	FOCT 12.1.044–89 GOST 12.1.044–89	Дымообразующая способность (п. 418) Fume evolution (рат. 418)	Коэффициент дым ообразования $D_{\rm sp}, {\rm M}^2/{\rm kr}$ Index of fume evolution $D_{\rm sp}, {\rm m}^2/{\rm kg}$	961	1,012	1,020	1,010
		<b>Гоксичность продуктов горения (п. 4.20)</b> Combustion products' toxicity (par. 4.20)	Показатель токеичности Н <sub>сью</sub> кг/м³ Toxicity index Н <sub>сью</sub> kg/m³	11.2	32.0	27.9	20.7
		оксичность продуктов горения (п. 4.20 Combustion products' toxicity (par. 4.20)	Beixod CO <sub>2</sub> , Mr/r Emission of CO <sub>2</sub> , mg/g	1,355	914	924	1,012
	COCT 56027–2014 GOST 56027–2014	Возгораемость Токсичнос Іпfаттаbility Combusti	Beixod CO, Mt/r Emission of CO, mg/g	408	190	217	310
			Группа материала Group of materials	JIB Easily flam	JIB Easily flam	<b>ЛВ</b> Easily flam	JIB Easily flam
			Наличие горящего каплепадения Presence of burning and dripping	I	+	+	+
			Bpens camorope- Hus, c Self- combustion time, s	09 <	I	I	ı
	FOCT 25076-81 GOST 25076-81	Скорость распространения пламени Fire spreading гате	V mm/c	≤ 100	> 100	≤ 100	> 100
	Marepuan/ rommuna, mm/ mornocrb Material/ thickness, mm/ density			ППУ/ 20/250 кг/м³ PUR foam/ 20/250 kg/m³	<b>IIIIII</b> / <b>20/390 r/m²</b> PP foam/ 20/390 g/m²	<b>ПЭВ/</b> 20/20 кт/м3 PEV/ 20/20 kg/m³	20/25 kr/м3 PE foam/ 20/25 kg/m³
Номер материала Маtетіаl No.				2	3	4	

(ГОСТ 12.1.044—89, п. 1.2.). Следует отметить, что материалы на основе полипропилена, полиэфирных волокон и вспененного полиэтилена, являясь термопластичными, способны образовывать горящий расплав, в значительной степени влияющий на возможность дальнейшего от него возгорания других материалов.

По опыту обеспечения пожарной безопасности, например, в пассажирских вагонах железной дороги и метро, использование такого рода материалов исключается из-за их несоответствия существующим требованиям, направленным на недопущение возникновения пожара, а в случае его возникновения — на возможность безопасной эвакуации пассажиров и сохранение материальных ценностей.

При разработке предложений по совершенствованию требований пожарной безопасности материалов внутренней отделки рассматриваемой группы специальных автотранспортных средств необходимо в качестве минимальной меры ввести ограничения на использование легковозгораемых материалов, обязательно учитывая при этом способность выделять токсичные летучие продукты горения. Для этого могут быть использованы стандартные методы испытаний и критерии, принятые в российской нормативной базе

Наряду с нормами ГОСТ 25076—81 (ИСО 3795: 1989), применительно к специальным автомобилям целесообразно использовать оценку устойчивости к возгоранию, в том числе по признаку образования горящего расплава, на основании методики ГОСТ Р 56027—2014. Следует также ограничить использование материалов, чрезвычайно опасных по показателю токсичности продуктов горения, согласно методике испытаний, представленной в ГОСТ 12.1.044—89.

Для повышения пожаробезопасности материалов, используемых в некоторых категориях специального автотранспорта, имеет смысл учитывать комплекс параметров по аналогии с существующими требованиями, например, для пассажирского вагоностроения.

Что касается выбора материалов для указанных целей, то по опыту применения теплозвукоизоляционных материалов, рекомендованных для транспортных средств, связанных с перевозкой пассажиров железнодорожным и водным транспортом, наибольший интерес в настоящее время представляют нетканые материалы пониженной пожарной опасности на основе термоогнестойких волокон. В настоящее время за рубежом уделяется большое внимание разработке, производству и применению таких материалов в различных областях, в том числе в автомобильной промышленности [15–19]. Аналогичные работы по созданию и внедрению

термоогнестойких материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками проводятся также и в Российской Федерации [19–22].

Указанные материалы имеют сертификат соответствия требованиям пожарной безопасности и документацию, подтверждающую санитарно-гигиеническую безопасность в соответствии с законодательством Российской Федерации в области санитарно-эпидемиологического благополучия.

Оптимальное соотношение волокон в композиции материала дает удовлетворительный результат одновременно по комплексу эксплуатационных свойств и соответствию установленным критериям пожарной безопасности (ГОСТ 12.1.044-89) трудногорючие материалы, медленно распространяющие пламя по поверхности, индекс распространения пламени ( $I \le 20$ ), умеренноопасные по показателю продуктов горения при экспозиции 30 мин  $(H_{CISO} \ge 40 \text{ г/м}^3)$ , с умеренной дымообразующей коэффициент дымообразования способностью,  $(D_{cn} \le 500 \text{ м}^2/\text{кг})$ , что может определить целесообразность их применения в отделке специальных автомобилей в целях повышения пожарной безопасности.

#### Выводы

Проведенный анализ нормативных требований обеспечения пожарной безопасности применительно к материалам внутреннего интерьера для различных видов автомобильного транспорта показал, что в стандартах и правилах, регламентирующих использование материалов для некоторых видов специального автотранспорта, или отсутствуют, или содержатся только отдельные требования по оценке устойчивости к воспламенению. Данный факт свидетельствует о том, что специфика выполняемых такими автомобилями функциональных задач и связанная с ними возможность быстрой эвакуации персонала и грузов в случае пожара не учитываются.

Показано, что существующие требования пожарной безопасности к материалам внутреннего обустройства, применяемым, например, в пассажирском железнодорожном и водном транспорте, существенно выше, чем в случае автотранспортных средств. Указанные требования являются комплексными, т.е. направлены на совокупность параметров, определяющих возможность материала воспламеняться, распространять пламя по поверхности, образовывать дым и токсичные продукты горения.

В результате проведенных сравнительных аналитических и экспериментальных исследований методов и параметров оценки пожарной опасности ряда материалов внутреннего интерьера различных транспортных средств установлено, что для автотранспортных средств существующая оценка

способности распространения пламени по горизонтальной поверхности от сравнительно маломощного источника зажигания (эквивалента горящей спички) не включает учета образования горящего расплава, токсичных летучих продуктов термического разложения и дыма — характеристик, определяющих, в том числе, безопасную эвакуацию персонала и грузов при пожаре.

В результате исследований установлено, что составной частью комплекса мероприятий по повышению безопасности в условиях возможного пожара в специальных автотранспортных средствах рассмотренных классов необходимо совершенствование требований, предъявляемых к пожарной безопасности материалов их внутреннего интерьера.

На основании проведения сравнительных исследований параметров и критериев пожарной опасности на примере теплозвукоизоляционных материалов можно сделать вывод о том, что целесообразно ограничить использование легковозгораемых материалов внутреннего интерьера специальных автомобилей.

Наряду с оценкой огнеопасности по ГОСТ 25076—81 (ИСО 3795:1989) внести обязательные требования оценки материалов, во-первых, по признаку исключения образования горящего расплава, взяв за основу методику ГОСТ Р 56027—2014, во-вторых, по показателю токсичности продуктов горения, исключив использование чрезвычайно опасных материалов согласно испытаниям по ГОСТ 12.1.044—89 для снижения риска отравления людей в случае возникновения пожара.

По опыту применения материалов, рекомендованных для транспортных средств, связанных с перевозкой пассажиров железнодорожным и водным транспортом, в качестве прокладочного материала в мягких элементах сидений и теплозвукоизоляционного материала для изоляции стен, потолков и трубопроводов могут быть рекомендованы нетканые термоогнестойкие материалы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1. *Костин А.Б.* Автомобилестроение как драйвер спроса на пластики // Пластикс. 2015. № 6 (146). С. 36–42. URL: https://www.plastics.ru/pdf/journal/2015/06/Kostin.pdf (дата обращения 28.04.20).
- 2. *Степанов И.С.* Автомобильные кузова и кабины. Классификация, проектирование, аэродинамика, конструкция, безопасность, комфортабельность. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013. 460 с.
- 3. *Хасанов Р.Х.*, *Сидорин Е.С.* О повышении противопожарной безопасности автомобилей // Вестник Оренбургского государственного университета. 2011. № 10 (129). С. 70–75. URL: http://vestnik.osu.ru/2011\_10/12.pdf (дата обращения 28.04.20).
- 4. *Цариченко С.Г.*, *Константинова Н.И.*, *Кривошапкина О.В.*, *Колесников В.В.* К вопросу о тепловой защите специальной техники // Известия ЮФУ. Технические науки. 2014. № 1 (150). С. 247–249. URL: http://old.izv-tn.tti. sfedu.ru/wp-content/uploads/2014/1/33.pdf (дата обращения 28.04.20).
- 5. Sokolianskiy V.V. Way of forecasting of time of safe work of fire fighting vehicles on suppression of the open fires // Scientific Enquiry in the Contemporary World: Theoretical Basics and Innovative Approach. 2015. Vol. 3. Pp. 67–74.
- 6. *Sokolianskii V.V.* Theoretical researches of thermal impact of the open fire on a cabin of the fire-fighting vehicle // European Science and Technology: 11th International Scientific Conference. Munich, 2015. Pp. 123–136.
- 7. *Мамаев В.В., Соколянский В.В.* Анализ результатов экспериментальных исследований стойкости кабин пожарных автомобилей к внешним тепловым воздействиям // Вестник Института гражданской защиты Донбасса. 2015. № 2 (2). С. 16–25. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/301604.pdf (дата обращения 28.04.20).
- 8. Raszkowska-Kaczor A., Stasiek A., Janczak K., Olewnik-Kruszkowska E. Chemically crosslinked polyethylene foams of limited flammability // Polimery. 2015. Vol. 60. Issue 4. Pp. 283–285. DOI: 10.14314/polimery.2015.283
- 9. *Carosio F., Cuttica F., Di Blasio A., Alongi J., Malucelli G.* Layer by layer assembly of flame retardant thin films on closed cell PET foams: Efficiency of ammonium polyphosphate versus DNA // Polymer Degradation and Stability. 2015. Vol. 113. Pp. 189–196. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2014.09.018
- 10. Wu J.-N., Chen L., Fu T., Zhao H.-B., Guo D.-M., Wang X.-L., Wang Y.-Z. New application for aromatic Schiff base: High efficient flame-retardant and anti-dripping action for polyesters // Chemical Engineering Journal. 2018. Vol. 336. Pp. 622–632. DOI: 10.1016/j.cej.2017.12.047
- 11. *Younis A.A.* Evaluation of the flammability and thermal properties of a new flame retardant coating applied on polyester fabric // Egyptian Journal of Petroleum. 2016. Vol. 25. Issue 2. Pp. 161–169. DOI: 10.1016/j.ejpe.2015.04.001
- 12. *Younis A.A.* Protection of polyester fabric from ignition by a new chemical modification method // Journal of Industrial Textiles. 2017. Vol. 47. Issue 3. Pp. 363–376. DOI: 10.1177/1528083716648761
- 13. Fang Y., Liu X., Wang C. Layer-by-layer assembly flame-retardant and anti-dripping treatment of polyethylene terephthal-ate fabrics // Journal of Engineered Fibers and Fabrics. 2019. Vol. 14. DOI: 10.1177/1558925019870301
- 14. *Jin F.-L.*, *Zhao M.*, *Park M.*, *Park S.-J.* Recent trends of foaming in polymer processing: a review // Polymers. 2019. Vol. 11. Issue 6. P. 953. DOI: 10.3390/polym11060953

- 15. Atakan R., Sezer S., Karakas H. Development of nonwoven automotive carpets made of recycled PET fibers with improved abrasion resistance // Journal of Industrial Textiles. 2020. Vol. 49. Issue 7. Pp. 835–857. DOI: 10.1177/1528083718798637
- 16. *Horrocks A.R.* Textile flammability research since 1980 Personal challenges and partial solutions // Polymer Degradation and Stability. 2013. Vol. 98. Issue 12. Pp. 2813–2824. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2013.10.004
- 17. *Tychanicz-Kwiecień M., Wilk J., Gil P.* Review of high-temperature thermal insulation materials // Journal of Thermophysics and Heat Transfer. 2019. Vol. 33. Issue 1. Pp. 271–284. DOI: 10.2514/1.T5420
- 18. *Bao Y., Zhao X.* The research applications of new heat insulation composite material in automobiles // Heat Transfer. 2018. Vol. 47. Pp. 103–110. DOI: 10.1002/htj.21293
- 19. *Молдагажиева З.Д., Таласпаева А.А., Жилисбаева Р.О.* Новые огнестойкие нетканые материалы // Вестник Алматинского технологического университета. 2015. № 3. С. 18–23.
- 20. Айзенитейн Э.М. Мировое и отечественное производство и потребление нетканых материалов // Деловой журнал Neftegaz.RU. 2018. № 2 (74). С. 64–72. URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/pererabotka/514108-miro-voe-i-otechestvennoe-proizvodstvo-i-potreblenie-netkanykh-materialov/
- 21. Дянкова Т.Ю. Теоретическое обоснование и разработка технологий колористической отделки волокнистых материалов на основе высокопрочных, термо-огнестойких полигетероариленов : дис. ... д-ра техн. наук. СПб., 2011. 427 с.
- 22. *Сергеева Е.А., Костина К.Д.* Анализ ассортимента арамидных волокон и их свойств // Вестник технологического университета. 2015. Т. 18. № 14. С. 124–125.

#### **REFERENCES**

- 1. Kostin A.B. Automotive as a driver of demand for plastics. *Plastics*. 2015; 6(146):36-42. URL: https://www.plastics.ru/pdf/journal/2015/06/Kostin.pdf (Accessed 28th April 2020). (rus.).
- Stepanov I.S. Automobile Bodies and Cabs. Classification, Design, Aerodynamics, Construction, Safety, Comfort. Saarbrücken, LAP LAMBERT Academic Publishing, 2013; 460. (rus.).
- 3. Khasanov R.Kh., Sidorin Ye.S. On improving car fire safety. *Vestnik of the Orenburg State University*. 2011; 10(129): 70-75. URL: http://vestnik.osu.ru/2011 10/12.pdf (Accessed 28th April 2020). (rus.).
- Tsarichenko S.G., Konstantinova N.I., Krivoshapkina O.V., Kolesnikov V.V. To the issue of heat protection of special equipment. *Izvestiya SFedU. Engineering Sciences*. 2014; 1(150):247-249. URL: http://old.izv-tn.tti.sfedu.ru/wp-content/uploads/2014/1/33.pdf (Accessed 28th April 2020). (rus.).
- 5. Sokolianskiy V.V. Way of forecasting of time of safe work of fire fighting vehicles on suppression of the open fires. *Scientific Enquiry in the Contemporary World: Theoretical Basics and Innovative Approach.* 2015; 3:67-74. (rus.).
- Sokolianskii V.V. Theoretical researches of thermal impact of the open fire on a cabin of the fire-fighting vehicle. European Science and Technology: 11th International Scientific Conference. Munich, 2015; 123-136. (rus.).
- Mamaev V.V., Sokolyanskiy V.V. Analysis of results of experimental studies of cabins of fire trucks resistance to external thermal influences. *Donbass International Journal of Emergency and Applied Knowledge Management*. 2015; 2(2): 16-25. URL: https://journals.indexcopernicus.com/api/file/viewByFileId/301604.pdf (Accessed 28th April 2020). (rus.).
- 8. Raszkowska-Kaczor A., Stasiek A., Janczak K., Olewnik-Kruszkowska E. Chemically crosslinked polyethylene foams of limited flammability. *Polimery*. 2015; 60(4):283-285. DOI: 10.14314/polimery.2015.283
- Carosio F., Cuttica F., Di Blasio A., Alongi J., Malucelli G. Layer by layer assembly of flame retardant thin films on closed cell PET foams: Efficiency of ammonium polyphosphate versus DNA. *Polymer Degradation and Stability*. 2015; 113:189-196. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2014.09.018
- Wu J.-N., Chen L., Fu T., Zhao H.-B., Guo D.-M., Wang X.-L., Wang Y.-Z. New application for aromatic Schiff base: High efficient flame-retardant and anti-dripping action for polyesters. *Chemical Engineering Journal*. 2018; 336:622-632. DOI: 10.1016/j.cej.2017.12.047
- 11. Younis A.A. Evaluation of the flammability and thermal properties of a new flame retardant coating applied on polyester fabric. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2016; 25(2):161-169. DOI: 10.1016/j.ejpe.2015.04.001
- 12. Younis A.A. Protection of polyester fabric from ignition by a new chemical modification method. *Journal of Industrial Textiles*. 2016; 47(3):363-376. DOI: 10.1177/1528083716648761
- 13. Fang Y., Liu X., Wang C. Layer-by-layer assembly flame-retardant and anti-dripping treatment of polyethylene terephthalate fabrics. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics*. 2019; 14. DOI: 10.1177/1558925019870301
- 14. Jin F.-L., Zhao M., Park M., Park S.-J. Recent trends of foaming in polymer processing: a review. *Polymers*. 2019; 11(6):953. DOI: 10.3390/polym11060953
- 15. Atakan R., Sezer S., Karakas H. Development of nonwoven automotive carpets made of recycled PET fibers with improved abrasion resistance. *Journal of Industrial Textiles*. 2020; 49(7):835-857. DOI: 10.1177/1528083718798637
- Horrocks A.R. Textile flammability research since 1980 Personal challenges and partial solutions. *Polymer Degradation and Stability*. 2013; 98(12):2813-2824. DOI: 10.1016/j.polymdegradstab.2013.10.004

- 17. Tychanicz-Kwiecień M., Wilk J., Gil P. Review of high-temperature thermal insulation materials. *Journal of Thermophysics and Heat Transfer.* 2019; 33(1):271-284. DOI: 10.2514/1.T5420
- Bao Y., Zhao X. The research applications of new heat insulation composite material in automobiles. *Heat Transfer.* 2018; 47:103-110. DOI: 10.1002/htj.21293
- 19. Moldagazhiyeva Z.D., Talaspayeva A.A., Zhilisbayeva R.O. New fire-resistant non-woven materials. *The Journal of Almaty Technological University*. 2015; 3:18-23. (rus.).
- 20. Eisenstein E.M. World and domestic production and consumption of nonwoven materials. *Business magazine Neftegaz*. *RU*. 2018; 2(74):64-72. URL: https://magazine.neftegaz.ru/articles/pererabotka/514108-mirovoe-i-otechestvennoe-proizvodstvo-i-potreblenie-netkanykh-materialov/ (rus.).
- 21. Dyankova T.Yu. Theoretical substantiation and development of technologies for the coloristic finishing of fibrous materials based on high-strength, thermo-fire-resistant polyheteroarylenes: dissertation of Dr. tech. sciences. St. Petersburg, 2011; 427. (rus.).
- 22. Sergeeva E.A., Kostina K.D. Analysis of the assortment of aramid fibers and their properties. *Bulletin of the Technological University*. 2015; 18(14):124-125. (rus.).

Поступила 15.04.2020, после доработки 7.05.2020; принята к публикации 29.05.2020

Received April 15, 2020; Received in revised form May 7, 2020; Accepted May 29, 2020

#### Информация об авторах

**ЦАРИЧЕНКО Сергей Георгиевич**, д-р техн. наук, зам. ген. директора, ООО «Атлас», г. Москва, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko\_s@ mail.ru

КОЛЕСНИКОВ Владимир Владимирович, зам. нач. учебно-методического центра, начальник учебного отдела, Академия Государственной противопожарной службы МЧС России, г. Москва, Российская Федерация; ORCID: 0000-0002-5515-7895; e-mail: vvk48911@mail.ru

КОНСТАНТИНОВА Наталия Ивановна, д-р техн. наук, профессор, гл. науч. сотрудник отдела пожарной безопасности строительных материалов, Всероссийский научно-исследовательский институт противопожарной обороны МЧС России, г. Балашиха Московской обл., Российская Федерация; Scopus Author ID: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova n@inbox.ru

**КОЗИНДА Зинаида Юлиановна**, канд. техн. наук, зав. лабораторией, ОАО «Центральный научно-исследовательский институт швейной промышленности», г. Москва, Российская Федерация; Author ID: 785375; e-mail: z-kozinda@yandex.ru

#### Information about the authors

**Sergey G. TSARICHENKO**, Dr. Sci. (Eng.), Deputy General Director of Open Liability Company "ATLAS", Moscow, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-9807-6841; e-mail: tsarichenko\_s@mail.ru

**Vladimir V. KOLESNIKOV**, deputy head of the training center — head of the training department, State Fire Academy of Emercom of Russia, Moscow, Russian Federation; ORCID: 0000-0002-5515-7895; e-mail: vvk48911@mail.ru

Nataliya I. KONSTANTINOVA, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Chief Researcher at Department of Fire Safety of Building Materials, All-Russian Research Institute for Fire Protection, Balashikha, Moscow Region, Russian Federation; Scopus Author ID: 57195464313; ORCID: 0000-0003-0778-0698; e-mail: konstantinova n@inbox.ru

**Zinaida Yu. KOZINDA**, Candidate of Sciences (Eng.), Head of Laboratory, Open joint stock company "CNIISHP", Moscow, Russian Federation; Author ID: 785375; e-mail: z-kozinda@yandex.ru