

УДК 614.846.6

doi: 10.37657/vniipo.avpb.2022.42.13.003

СРЕДСТВА И СПОСОБЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Леонид Петрович Вогман, Владимир Александрович Зуйков, Александр Владимирович Зуйков, Евгений Николаевич Простов

Всероссийский ордена "Знак Почета" научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Аннотация. Выполнен анализ различных средств и способов автоматического пожаротушения газобаллонных автомобилей. Из выполненного ранее анализа аварий газобаллонных автомобилей следует, что они могут характеризоваться небольшими утечками жидкой фазы или газовой среды. Большие утечки топлива, как следует из статистических данных, маловероятны. При больших утечках жидкой фазы и ее воспламенении, если это произойдет, следует создать условия безопасного для окружающей среды полного выгорания топлива при контроле за нераспространением горения за пределы зоны горения. В соответствии с такой концепцией, учитывающей лишь незначительные утечки и проливы жидких криогенных топлив, должен осуществляться выбор средств и способ пожаротушения газобаллонных автомобилей.

Для применения на газобаллонных автомобилях в качестве автоматических установок могут рассматриваться лишь модульные с использованием различных огнетушащих составов, за исключением водяных и водопенных средств тушения в зимних условиях.

Ключевые слова: газобаллонный автомобиль, тушение, автоматическая модульная установка

Для цитирования: Вогман Л.П., Зуйков В.А., Зуйков А.В., Простов Е.Н. Средства и способы автоматического пожаротушения газобаллонных автомобилей // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2022. № 2 (12). С. 22–32. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2022.42.13.003>.

MEANS AND METHODS FOR AUTOMATIC FIRE EXTINGUISHING OF GAS-CYLINDER CARS

Leonid P. Vogman, Vladimir A. Zuykov, Aleksandr V. Zuykov, Evgeny N. Prostov

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.

Abstract. The analysis of various means and methods for automatic fire extinguishing of gas-cylinder cars is carried out. From the previously performed analysis of accidents of gas-cylinder cars, it follows that they may be characterized by small leaks of the liquid phase or gas medium. Large fuel leaks, as follows from the statistics, are unlikely. In case of large leaks of the liquid phase and its ignition, if this happens, it is necessary to create conditions for complete burnout of fuel that is safe for the environment while monitoring non-proliferation beyond the combustion zone. In accordance with this concept, the choice of means and method for fire extinguishing of the gas cylinder car should be carried out.

For use on gas-cylinder cars, only modular installations with the use of various fire extinguishing compositions can be considered as automatic installations, with the exception of water and water-based extinguishing agents in winter conditions.

Keywords: gas cylinder car, extinguishing, automatic modular installation

For citation: Vogman L.P., Zuykov V.A., Zuykov A.V., Prostov E.N. Means and methods for automatic fire extinguishing of gas-cylinder cars // Current Fire Safety Issues. 2022:(2):22-32. <https://doi.org/10.37657/vniipo.avpb.2022.42.13.003>.

Введение

В работе [1] представлен анализ пожаровзрывоопасных свойств компримированных и сжиженных газов: водорода, метана (компримированный природный газ, КПГ, сжиженный природный газ, СПГ), бутана и пропана (сжиженный углеводородный газ, СУГ), которые широко применяются в автомобильном транспорте, или являются перспективными для применения (водород, СПГ), как наиболее экологически чистые топлива. В качестве средств тушения криогенных топлив в газобаллонных автомобилях (ГБА) и в помещениях их хранения и обслуживания могут быть использованы все известные огнетушащие составы: вода, водопенные составы, порошки, инертные газы, аэрозольные составы.

При изучении пожаровзрывоопасности и средств тушения ГБА, работающих на криогенных и сжиженных видах топлив, и помещений их хранения, обслуживания и ремонта, были использованы отечественные [1–7] и зарубежные [8–10] публикации, а также отечественные и зарубежные нормативные акты и документы:

- ГОСТ 34601–2019. Автомобильные транспортные средства, работающие на сжиженном природном газе. Криогенные системы питания. Технические требования и методы испытаний;
- ГОСТ 34602–2019. Автомобильные транспортные средства, использующие газ в качестве моторного топлива. Общие технические требования к эксплуатации на сжиженном природном газе, техника безопасности и методы испытаний;
- ГОСТ Р 57431–2017 (ИСО 16903.2015). Газ природный сжиженный. Общие характеристики;
- ГОСТ Р 53286–2009. Техника пожарная. Установки порошкового пожаротушения автоматические. Модули. Общие технические требования. Методы испытаний;
- ГОСТ 12.3.046–91. Установки пожаротушения автоматические. Общие технические требования;
- Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа: рекомендации. М.: ВНИИПО, 2004. 95 с.;
- СП 156.13130.2014. Станции автомобильные заправочные. Требования пожарной безопасности (приложения Д и Ж);
- СП 364.1311500.2018. Здания и сооружения для обслуживания автомобилей. Требования пожарной безопасности (п. 7.2.5);
- СП 326.1311500.2017. Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности;
- Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утв. постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479;
- Ликвидация последствий аварий и эвакуация транспортных средств, работающих на сжиженном природном газе: справочник (Германия, Немецкое энергетическое агентство. Издательство «Dena», 2021);

- PGS 26 (33): КПГ и СПГ Руководство по безопасному коммерческому хранению, обслуживанию и ремонту автотранспортных средств (Нидерланды, 2021);
- NFPA 30A Code for Motor Fuel Dispensing Facilities and Repair Garages. США, 2019;
- NFPA 52 Vehicular Natural Gas Fuel Systems Code. США, 2019;
- DIN EN 12065: 1997. Установка и оборудование для СПГ. Испытание пенообразователей, предназначенных для подачи пены средней (pr EN 1568-1) и высокой (pr EN 1568-2) кратности, и огнетушащих порошков (EN 615), используемых при пожарах СПГ;
- C standart CSA Z276-2018 Liquefied Natural Gas (LNG) – Production, Storage, And Handling (Канада);
- PGS 26 (33) (Нидерланды) (п. 7.8.4).

Из выполненного анализа [1] аварий ГБА следует, что они могут характеризоваться небольшими утечками жидкой фазы или газовой среды. Большие утечки топлива, как следует из статистических данных, маловероятны. При больших утечках жидкой фазы и ее воспламенении, если это произойдет, следует создать условия безопасного для окружающей среды полного выгорания топлива при контроле за нераспространением горения за пределы зоны горения. В соответствии с концепцией [1], допускающей лишь незначительные утечки и проливы криогенных топлив, должен осуществляться выбор средств и способ пожаротушения ГБА.

При больших утечках предусматриваются меры по блокированию (отключению) утечек газа, ограничению распространения газоздушного облака, созданию условий безопасного для окружающей среды полного выгорания топлива без его тушения, если оно воспламенилось, при контроле за нераспространением горения за пределы зоны горения. При этом необходимо защищать окружающие объекты от непосредственного воздействия очага горения (тепловое излучение, распространение горения) водяным орошением. Тушение горящего пролива СПГ следует проводить только тогда, когда горение может привести к эскалации или к каскадному развитию аварии, при этом должны быть приняты меры к контролю и борьбе с загазованностью (мобильные датчики ДВК, защитные водяные завесы). Такой подход установлен отечественными (СП 326.1311500.2017 «Объекты малотоннажного производства и потребления сжиженного природного газа. Требования пожарной безопасности») и зарубежными (EN 1473:2016, п. 13.6.4.3) документами. По данным СП 326.1311500.2017 наиболее эффективны для тушения пожаров проливов СПГ порошковые средства пожаротушения. Использование воды для тушения пожаров проливов СПГ не допускается, поскольку поступление воды усиливает интенсивность испарения разлившегося СПГ и, как следствие, интенсивность его горения.

Для защиты от теплового воздействия при пожарах резервуары с СПГ, в том числе резервуары пожарной защиты, должны быть защищены установками водяного орошения.

В соответствии с п. 8.2 DIN 12065:199 допускается тушение порошками общего назначения (от 2,5 до 3,3 кг/с) и комбинированным способом в закрытых пространствах, например, в ограждениях. Сначала подается пена для покрытия всей площади очага, затем до полной ликвидации пожара порошковые составы до полного тушения.

При авариях ГБА и в помещениях хранения и обслуживания ГБА приходится иметь дело с небольшими утечками и проливами. Для локализации и ликви-

дации небольших загораний СПГ, а также пожаров в начальной стадии развития в соответствии с отечественными нормами (СП 364.1311500.2018 «Здания и сооружения для обслуживания автомобилей. Требования пожарной безопасности» (п. 7.2.5); Правила противопожарного режима в Российской Федерации, утв. постановлением Правительства РФ от 16.09.2020 г. № 1479, п. 389), необходимо применение первичных средств пожаротушения. Такие же требования пожарной безопасности установлены и в нормах иностранных нормативных актов. Так, нормы Cstandard CSA Z276-2018 Liquefied Natural Gas (LNG) – Production, Storage, And Handling (Канада) регламентируют оснащение пожарных автомобилей порошковыми огнетушителями массой 9 кг. В нормах PGS 33 (Нидерланды), п. 7.8.4, устанавливается требование об оснащении каждой транспортной автоцистерны с СПГ порошковым огнетушителем массой не менее 9 кг (для модельных очагов горения 43A/233 B). В соответствии с американскими нормами (п. 5.1.1.2 NFPA 52:2019) в зоне топливораздачи должен быть установлен переносной огнетушитель 20-B:C.

Цель работы заключается в анализе средств и способов автоматического пожаротушения ГБА и выборе наиболее эффективных из них.

Мобильные автоматические установки пожаротушения для тушения пожаров газобаллонных автомобилей

Для автоматического пожаротушения в настоящее время в России используются водяные, водопенные, порошковые, газовые и аэрозольные средства тушения.

Для использования в автомобилях водяных и водопенных средств тушения в зимних условиях неприменимы. В этих условиях наиболее эффективными средствами пожаротушения следует рассматривать порошковые [2] и аэрозольные средства. В условиях положительных температур окружающего воздуха для тушения автомобилей могут быть использованы все существующие средства пожаротушения с учетом свойственной каждому средству области применения.

По способу хранения огнетушащего вещества (ОТВ) автоматические установки пожаротушения делятся на централизованные и модульные. Для применения на автомобилях могут рассматриваться лишь модульные установки, подробное описание которых содержится в работах [2, 3]. Ниже представлены характеристики модульных установок, работающих на различных огнетушащих средствах.

Модули водяного пожаротушения

Модули водяного пожаротушения предназначены для тушения пожаров класса А (горение твердых веществ), В (горение жидких веществ) при использовании в качестве огнетушащего вещества водных растворов, ингибирующих веществ и пенообразователей. Тактико-технические и эксплуатационные характеристики модулей, работающих на жидких огнетушащих ингредиентах, представлены в табл. 1 (Средства обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ: каталог-справочник. Вып. 3. М.: ВНИИПО, 1999).

Таблица 1

Характеристики модулей, работающих на жидкостных огнетушащих ингредиентах

Показатели	Тип модуля		
	УПАТ-60	УПАТ-1700	УПАТ-7500
Способ вытеснения огнетушащего вещества	С газогенерирующим элементом		

Окончание табл. 1

Показатели	Тип модуля		
	УПАТ-60	УПАТ-1700	УПАТ-7500
Рабочее давление, МПа	0,2–6,0	0,2–5,0	0,2–3,0
Объем заряда огнетушащего вещества, л	60	1700	7500
Продолжительность подачи огнетушащего вещества, с	3–120	17–90	30–90
Инерционность срабатывания, с	0,2–1,0	0,5–2,0	3,0–5,0
Производительность, л/с	20	100	250

Исходя из объема заряда модулей, для применения на автомобилях могут рассматриваться лишь модули УПАТ-60.

Модули пожаротушения тонкораспыленной водой

Модули пожаротушения тонкораспыленной водой предназначены для поверхностного тушения пожаров класса А (горение твердых веществ) и В (горение жидких веществ). В качестве огнетушащего вещества применяется тонкораспыленная вода, вода с добавками, газоводяная смесь. Они имеют, как правило, электрический, пневматический, механический пуск или их комбинацию.

Тактико-технические и эксплуатационные характеристики модулей представлены в табл. 2 (Средства обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ: каталог-справочник. Вып. 3. М.: ВНИИПО, 1999).

Таблица 2

Тактико-технические и эксплуатационные характеристики модулей, работающих на распыленной воде, воде с добавками, газоводяной смеси

Показатели	Тип модуля				
	МПВ-40	МУПРВ-40-Г-В	МУПРВ-60-Г-В	МУПРВ-80-Г-В	МУПРВ-100-Г-В
Вид водопитателя	Сжатый газ				
Вместимость баллона, л	40	40	60	80	100
Масса огнетушащего вещества, кг	30	32	48	64	80
Рабочее давление, МПа	12,5	5,0	5,0	5,0	5,0
Продолжительность действия, с	40	160	240	320	400
Расход огнетушащего вещества, кг/с	н/д	0,2	0,2	0,2	0,2
Инерционность, с	н/д	10	10	10	10
Тип устройства пуска	Электромеханич.	Электрический, пневматический			

Примечание. Здесь и далее н/д – нет данных.

С учетом вместимости баллона модульного устройства в качестве средств пожаротушения легковых автомобилей могут рассматриваться модули типов МПВ-40 и МУПРВ-40-Г-В. Модули остальных типов могут быть использованы для грузовых автомобилей при температурах от +5 до +50 °С.

Модули порошкового пожаротушения

Модули порошкового пожаротушения применяются в автоматических установках порошкового пожаротушения и предназначены для хранения и подачи огнетушащего порошка. В зависимости от марки используемого огнетушащего порошка модули применяются при тушении или локализации пожаров класса А

(горение твердых веществ), В (горение жидких веществ), С (горение газообразных веществ), а также электрооборудования, находящегося под напряжением.

Модули порошкового пожаротушения классифицируются:

по продолжительности подачи огнетушащего порошка:

импульсные (п) до 1 с, кратковременного действия (КД-1) – от 1 до 15 с и (КД-2) – более 15 с;

быстродействию: Б1 – до 1 с; Б-2 – от 1 до 10 с; Б-3 – от 10 до 30 с; Б4 – более 30 с;

способу хранения вытесняющего газа: закачные (з), с газогенерирующим или пиротехническим элементом (ГЗ, ПЗ); с баллоном сжатого или сжиженного газа (БСГ);

способу организации подачи огнетушащего порошка: с разрушающимся, частично разрушающимся корпусом (Р); с не разрушающимся корпусом (Н).

Тактико-технические данные модулей порошкового пожаротушения кратковременного действия представлены в табл. 3 (Средства обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ: каталог-справочник. Вып. 3. М.: ВНИИПО, 1999).

Таблица 3

Тактико-технические данные модулей порошкового пожаротушения кратковременного действия представлены

Показатели	Тип модуля кратковременного действия							
	ОПА-2(з)	ОПА-3(з)	ОПА-4(з)	«Веер-1»	ОПА-6(з)	МПП(н)-50-КД-2-3	МПП(н)-100-КД-2-3	МПП(н)-50-КД-2-БСГ
Вместимость корпуса, л	2,38	3,48	5,0	4,0	7,8	50,0	100,0	100,0
Марка огнетушащего порошка	ПСБ-3М ГПАПМ Пирант-А	ПСБ-3М ГПАПМ Пирант-А	ПСБ-3М ГПАПМ Пирант-А	Пирант-А Вексон АБС	ПСБ-3М ГПАПМ Пирант-А	Пирант-А ПСБ-3М	ПСБ-3М Пирант-А	Г2АП Пирант-А ПСБ3 ПТСМ
Масса заряда, кг	2,0	3,0	4,0	3,5	6,0	35,0	70,0	80,0
Быстродействие, с	н/д	н/д	н/д	4	н/д	5	5	8
Время действия, с	5	5	5	7	5	15	15	25
Защищаемый объект, м³	н/д	н/д	н/д	22	н/д	35	80	100
Диапазон рабочих температур, °С	-40...+50	-40...+50	-40...+50	-50...+50	-40...+50	-50...+50	-50...+50	-40...+50 (воздух); +10...50 (CO ₂)

С учетом массы заряда модульной установки кратковременного действия для пожаротушения автомобилей могут рассматриваться следующие типы модулей: ОПА-2(з), ОПА-3(з), ОПА-4(з), «Веер-1» и ОПА-6(з) (Средства обеспечения пожарной безопасности и ведения аварийно-спасательных работ: каталог-справочник. Вып. 3. М.: ВНИИПО, 1999).

В табл. 4 представлены тактико-технические данные модулей порошкового тушения быстрого действия и импульсные.

Таблица 4

Тактико-технические данные модулей порошкового пожаротушения быстрого и импульсного действия

Показатели	Тип модуля				
	«Вулкан 4»	ОСП-1	ОСП-2	«Вулкан 1»	«Буран»
Вместимость корпуса, л	0,4	0,7	0,7	1,4	2,5
Марка огнетушащего порошка	Пирант-А ПСБ-3 Вексон-АВС	Пирант-А ПСБ-3	Пирант-А ПСБ-3	Пирант-А ПСБ-3 Вексон-АВС	Пирант-А ПСБ-3 П-2АП
Быстродействующие, с	н/д	100	150	н/д	2,0
Импульсные, с	0,1	н/д	н/д	0,1	0,5
Защищаемый объем, м ³	2,5	5,0	5,0	9,0	16,0
Температура автоматического срабатывания, °С	–	105	200	–	85
Диапазон рабочих температур, °С	-50...+50	-50...+50	-50...+50	-50...+50	-50...+50
Габаритные размеры, мм	170 x 90 x 70	d = 54; l = 500	d = 54; l = 500	290 x 150 x 20	d = 250; h = 130

Кроме указанных в табл. 4 модулей порошкового пожаротушения следует назвать получившие применение в последние годы такие типы импульсных и быстродействующих модулей, как: «Импульс-б», «Импульс-б-1», «Тайфун 015», «Тайфун 050», ИПСП НД (Пожарная безопасность – 2002: Специализированный каталог. М.: «Гротек», 2002), представленные в табл. 5.

Таблица 5

Тактико-технические данные импульсных модулей порошкового пожаротушения

Показатели	Тип модуля				
	«Импульс-б»	«Импульс-б-1»	«Тайфун 015»	«Тайфун 050»	ИПСП НД
Общая масса кг	10	10	30	80	20
Защищаемый объем, м ³	50	40	30	90	н/д
Время выброса порошка, с	н/д	н/д	10	20	н/д
Огнетушащий порошок	П-АГС Пирант	П-АГС Пирант	н/д	н/д	н/д
Тип устройства пуска	электрич.	электрич.	н/д	н/д	н/д
Габаритные размеры, высота, мм	320	355	н/д	н/д	380 x 300
Количество огнетушащего порошка, кг	6	6	н/д	н/д	5

С учетом того, что для тушения автомобиля рекомендуется иметь запас

огнетушащего порошка не менее 2 кг [11], в качестве возможного средства пожаротушения автомобиля может быть рассмотрен модуль «Буран», а также другие модули, указанные в табл. 5.

Модули газового пожаротушения

Автоматические установки газового пожаротушения (АУГП) предназначены для создания защитной среды в определенном объеме. Применяется объемный или локально-объемный способ тушения для ликвидации пожаров класса А, В и С, а также для тушения электрооборудования под напряжением.

В качестве средств пожаротушения в газовых модулях могут быть использованы элегаз (гексафторид серы), хладон 125 (пентафторэтан) и хладон 318Ц (октафторциклобутан). Применяются также диоксид углерода и азот.

Технические характеристики модулей газового пожаротушения, где в качестве огнетушащих веществ используется хладон 125 и хладон 318Ц, приведены в табл. 6 [12].

Таблица 6

Технические характеристики модулей газового пожаротушения, где в качестве огнетушащих веществ используются хладон 125 и хладон 318Ц

Тип модуля	Рабочее давление, МПа	Вместимость корпуса, л	Защищаемая площадь, м ²
МАУПТ-100	1,0	100	40–100
АУПТ-10	1,1	10	3–20
АУПТ-15	1,1	15	5–30
МПГ-40-95	4,0	95	н/д
МПГ-40-80	4,0	80	н/д
МПГ-40-50	4,0	50	н/д
МПГ-50-100	6,0	100	н/д
МПГ-50-80	6,0	80	н/д
МПГ-40-35	4,0	35	н/д
МПГ-50-60	6,0	60	н/д
МП-2-40	12,5	2 x 40	н/д
МП-2-8	12,5	2 x 8	н/д
МПГ-16	н/д	25	н/д

С учетом вместимости корпуса и рабочего давления для пожаротушения автомобилей (при условии выполнения требований по герметичности защищаемого объема) могут быть рассмотрены газовые модули типов: АУПТ-10, АУПТ-15, МПГ-40-35, МП-2-8, МПГ-16.

Аэрозольные средства пожаротушения

В последние годы (при условии выполнения требований по герметичности защищаемого объема) приобретает распространение новое высокоэффективное средство объемного тушения пожаров – генераторы огнетушащего аэрозоля (ГОВА). В качестве источника огнетушащего вещества в них используются аэрозолеобразующие составы (АОС), которые представляют собой специальные твердотопливные или пиротехнические композиции, способные к самостоятельному горению без доступа воздуха с образованием инертных газов, мелкодисперсных солей и оксидов щелочных металлов.

Смесь этих продуктов обладает высокой огнетушащей способностью по отношению к углеводородному пламени. В ряде случаев ГОВА могут рассматри-

ваться как альтернативные средства объемного пожаротушения, основанные на использовании озоноразрушающих хладонов 114В2 и 13В1.

Генератор огнетушащего аэрозоля содержит корпус с зарядом АОС, средство воспламенения заряда и одно или несколько выпускных отверстий. Существуют также ГОА, в которых средство воспламенения заряда АОС выполнено в виде огнепроводного шнура, размещаемого в защищаемом пространстве.

Основными характеристиками генераторов, определяющими их потребительские и эксплуатационные свойства в соответствии с ГОСТ Р 51046-97 «Пожарная техника. Генераторы огнетушащего аэрозоля. Типы и параметры», являются: масса заряда АОС в генераторе; масса снаряженного генератора; время подачи огнетушащей аэрозольной смеси; огнетушащая эффективность аэрозоля, получаемого при работе ГОА, или огнетушащая эффективность генератора; температура аэрозольной смеси.

Технические характеристики генераторов огнетушащего аэрозоля различных типов представлены в табл. 7 [12].

Таблица 7

Технические характеристики генераторов огнетушащего аэрозоля

Наименование ГОА	Масса АОС, кг	Масса генератора, кг	Время подачи аэрозоля, с	Температура аэрозольной смеси, °С	Защищаемый объем, м ³
«Пурга К02»	0,20	1,04	20,0–26,0	350	2,0
МАГ-3	0,20	0,90	4,0–5,0	472	2,0
МАГ-5/2	0,50	1,50	3,0–7,5	–	5,0–10,0
ПАГ-0,2	0,21	0,92	15,0	–	2,0
ПАГ-0,3	0,30	1,10	15,0	–	3,0
ПАГ-0,4	0,40	0,99	20,0	–	7,0
ПАГ-0,2	0,20	0,64	20,0	–	3,0
«Теслат-0,20»	0,20	1,20	8,0	200	2,3
«Вьюга-КЭО-0,17»	0,17	0,89	6,0–10,0	200	1,7
«Допинг-2»	–	0,70	25,0	–	2,0

Заключение

Анализ средств и способов тушения ГБА при авариях показал, что наиболее эффективными средствами тушения моторных отсеков ГБА с СПГ и другими сжиженными и компримированными газами, а также помещений их хранения, ремонта и обслуживания являются автоматические порошковые огнетушители модульного типа. Полный ряд в зависимости от модельного очага пожара этих огнетушителей, их техническая характеристика, которая принимается по максимальным значениям утечек жидкой или газовой фазы с учетом гипотетического сценария аварийной ситуации, в том числе и перспективные модульные огнетушители, представлен в работах [2, 3, 6]. В соответствии с ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» в учебном пособии [6] предложены модульные установки автоматических систем обнаружения и тушения пожаров (АСОТП) для городского транспорта: троллейбусы «Тролза-5262», трамваи УКВЗ-71-623, автобусы НЕФАЗ-5299-20-21. АСОТП транспортных средств могут включать модули ПИ, ГОА, «Допинг-2.160» и другие изделия. Например, в АСОПТ автомобилей «КАМАЗ» включены модули БСУ, УОЗ, ПИ, МПП «Бурани-0,5».

Модульные установки энергонезависимы и позволяют максимально приблизить огнетушащие средства к местам возможных пожаров газобаллонного оборудования транспортного средства, оптимизировать инерционность системы защиты, а также упростить техническое обслуживание в период эксплуатации. Автоматические установки порошкового пожаротушения (АУППТ) модульного типа [2, 3, 5, 6] подразделяются:

- по способу тушения на установки объемного, поверхностного по всей площади, локального по объему (части объема) или части площади;
- по способу хранения вытесняющего газа в корпусе модуля – на закачные, с газогенерирующим элементом (пиротехническим зарядом), с баллонами сжатого или сжиженного газа.

В соответствии с назначением АУППТ модульного типа могут различаться по ряду показателей: по вместимости и массе (для ГБА могут подойти импульсные или кратковременного действия установки от 2 до 50 л) огнетушащего состава, по огнетушащей способности: (защищаемый объем, защищаемая площадь, максимальный ранг очага пожара, диапазон температур хранения порошка, рабочее давление в корпусе, а также по допустимому уровню падения давления (для модулей закачного типа) и др. По времени действия модульные установки должны быть малоинерционными и кратковременного действия (до 15 с), ток срабатывания и напряжение в электрической сети должны быть не выше соответствующих характеристик аккумулятора ГБА.

Для ГБА, оборудованных АУППТ модульного типа, показателями безопасности являются: устойчивость к механическим воздействиям, уровни электрического сопротивления токоведущих частей, максимального напряжения и тока контроля пусковых цепей, допустимые токсикологические свойства порошка, класс опасности вытесняющего газа по ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка». Безопасность ГБА должна также обеспечиваться предохранительными устройствами и средствами контроля при повышении давления в корпусе модуля сверх рабочего, устройством защиты от случайного срабатывания. Вероятность безотказной работы модулей порошкового пожаротушения составляет 0,95. Срок службы перезаряжаемых модулей должен быть не менее 10 лет, а не перезаряжаемых – в соответствии с технической документацией на них. Модули для ГБА должны обеспечивать работоспособность от минус 40 до 50 °С.

Для удаления продуктов горения и порошка после пожара и работы АУППТ модульного типа в моторном ГБА следует использовать передвижные вентиляционные установки, пылесосы или влажную уборку.

Список литературы

1. *Вогман Л.П., Зуйков В.А., Зуйков А.В., Простов Е.Е.* Пожароопасность газобаллонных автомобилей // Актуальные вопросы пожарной безопасности. 2022. № 1. С. 22–32.
2. *Надубов А.А., Баратов А.Н., Вогман Л.П.* Огнетушащие порошки М.: ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2014. 274 с.
3. *Долговидов А.В., Тербнев В.В.* Автоматические установки порошкового пожаротушения. М.: Пожнаука, 2008. 321 с.
4. *Овчинникова Л.А., Назымов Е.В.* Пожарная безопасность помещений хранения и технического обслуживания газобаллонных автомобилей. Сборник трудов научно-практической конференции преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ. Вып. 3. Т. 1. 2019. С. 172–176.

5. *Сытдыков М.Р., Шилов А.Г., Поляков А.С.* О показателях результативности мобильных установок пожаротушения // Проблемы управления рисками в техносфере. № 1 (53). 2020. С. 37–43.
6. *Долговидов А.В., Сабинин О.Ю., Терехнев В.В.* Автономное пожаротушение: реальность и перспективы: учеб. пособие. Екатеринбург: ООО «Издательство «Калан», 2014. 204 с.
7. *Аверьянов Ю.И., Попова А.Г., Апаликов В.О.* Повышение пожарной безопасности на большегрузных автомобилях // АПК России. 2019. Т. 26, № 3. С. 369–374.
8. *Vyung Kyu Kim.* Recept progress in lng safety and spill emergency response research. Texas A&M University system, College Station, Texas 77843-3122, USA (Новые достижения в области безопасности СПГ и исследований по аварийным разливам. Перевод).
9. *Brecher A., Epstein A. K. & Breck A.* Review and analysis of potential safety impacts of and regulatory barriers to fuel efficiency technologies and alternative fuels in medium- and heavy-duty vehicles. (Report No. DOT HS 812 159). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration. (2015, June).
10. *Манон Ауде Волберс* и др. Пожаротушение при авариях с СПГ Bradweerasademie. 2015. 113 с. (перевод). Разработчики: Институт физической безопасности, совместная противопожарная служба, Шведская газовая ассоциация.
11. *Исхаков Х.И., Пахомов А.В., Каминский Я.Н.* Пожарная безопасность автомобиля. М.: Транспорт, 1987. 87 с.
12. *Пивоваров В.В., Жевлаков А.Ф., Смирнов Н.В.* Современные средства автоматического пожаротушения // Системы безопасности связи и телекоммуникаций. Май-июнь 1998 г.

**Статья поступила в редакцию 25.03.2022;
одобрена после рецензирования 06.04.2022;
принята к публикации 20.04.2022.**

Вогман Леонид Петрович – доктор технических наук, главный научный сотрудник. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Зуйков Владимир Александрович** – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Зуйков Александр Владимирович** – научный сотрудник. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Простов Евгений Николаевич** – старший научный сотрудник. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru.

Всероссийский ордена “Знак Почета” научно-исследовательский институт противопожарной обороны Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ФГБУ ВНИИПО МЧС России), г. Балашиха, Московская область, Россия.

Leonid P. Vogman – Doctor of Technical Sciences, Main Researcher. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Vladimir A. Zuykov** – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Aleksandr V. Zuykov** – Researcher. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru; **Evgeny N. Prostov** – Senior Researcher. E-mail: vniipo-3.5.3@yandex.ru.

All-Russian Research Institute for Fire Protection (VNIIPO), the Ministry of the Russian Federation for Civil Defence, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters (EMERCOM of Russia), Balashikha, Moscow region, Russia.