

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ РАЗРЕЗОВ И КАРЬЕРОВ

**С.В. Тарима;**

**В.А. Родионов, кандидат технических наук, доцент.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

На разрезах и карьерах в качестве основных методов обеспечения пожарной безопасности, реализованных на автомобильном транспорте, применяются различного рода системы противопожарной защиты. Рассмотрены физико-химические свойства огнетушащих веществ, применяемых в системах защиты. На основе проведенной научно-исследовательской работы предложены пути модернизации систем противопожарной защиты для наиболее эффективного подавления возгорания на карьерном транспорте.

*Ключевые слова:* карьерные автосамосвалы, автоматические установки пожаротушения, огнетушащие составы, хладоны, огнетушащие порошки

## THE IMPROVING OF THE FIRE SAFETY METHODS IN THE SPHERE OF THE TRAFFIC OPERATION ACTIVITY ON THE OPENCAST MINE AND CAREER

S.V. Tarima; V.A. Rodionov.

Saint-Petersburg university of State fire service of EMERCOM of Russia

There are the basic methods of the fire safety maintenance, realized on the highway transport are applied various kinds of systems of fire-prevention on the opencast mine and career. There are also scrutinized the physicochemical properties of fire-extinguishing substances used in such protection systems in this article. On the basis of the conducted research work, the ways of modernization of fire protection systems for the most effective suppression of ignition on career transport are offered.

*Keywords:* mine dump trucks, automatic fire extinguishing systems, fire extinguishing compounds, freon, fire extinguishing powders

Развитие теплоэнергетического комплекса в России трудно представить без прогресса в угольной промышленности. Каменный уголь является неотъемлемой частью многих технологических процессов, используется в химической промышленности, металлургии, а также в качестве топлива. В связи с этим наблюдается постоянный рост добычи каменного угля и разработка новых открытых месторождений. Серьезная нагрузка при этом возложена на карьерные самосвалы, необходимые для транспортировки угля и вскрышных пород. Крупнотоннажным грузовым автотранспортом с мест открытой добычи вывозится более 82 % горной массы [1].

Поэтому вопросы защиты карьерной техники от преждевременного выхода из строя, в том числе вследствие пожара, очень актуальны для производителей и угледобывающих компаний.

В качестве систем противопожарной защиты карьерного транспорта предусмотрено наличие на технике штатных огнетушителей, которые могут быть использованы для локализации загораний на начальной стадии развития. Для агрегатных отсеков, где в качестве пожарной нагрузки могут выступать горюче-смазочные материалы,

устанавливается автоматическая система обнаружения и тушения пожара, которая может быть активирована принудительно, оператором машины. Однако производители не всегда предусматривают систему автоматического пожаротушения как штатную опцию (японские производители). И установкой и обслуживанием занимаются профильные предприятия. В таких случаях для защиты транспорта, применяются индивидуальные технические решения, подбирается оптимальная конфигурация системы пожаротушения. При этом рассматриваются наиболее распространенные варианты развития пожара.

Распространяющийся пожар на транспортном средстве может угрожать безопасности оператора и уничтожить оборудование. В связи с этим установка бортовых систем автоматического обнаружения и тушения пожара является обычной практикой. В дополнение к эффективной работе в тяжелых условиях и при низких температурах любое огнетушащее вещество, используемое в системе пожаротушения на таких транспортных средствах, должно иметь возможность тушить пожары как класса А, так и класса В.

В качестве огнетушащих веществ в автоматических системах пожаротушения карьерного автотранспорта могут использоваться порошковые составы, системы углекислотного тушения и пенные составы, а также комбинированные системы. Выбор зависит от сферы применения, эффективности подавления пламени и необходимости охлаждения узлов и агрегатов.

Основными требованиями, предъявляемыми потребителем к автоматическим установкам пожаротушения являются:

- надежность срабатывания;
- эффективность подавления огня;
- низкие временные затраты на установку и обслуживание систем пожаротушения;
- способность к срабатыванию в условиях низких температур;
- долговечность оборудования;
- стоимость оборудования и обслуживания;
- соблюдение экологических норм.

В связи с предъявляемыми требованиями, разработчиками автоматических систем обнаружения и тушения пожаров ведется постоянный мониторинг случаев возгорания на карьерном автотранспорте, анализируются причины пожара, разрабатываются технические решения, предупреждающие распространение горения и исследуются свойства различных огнетушащих веществ. Одним из условий эффективности системы пожаротушения является работоспособность установки при воздействии низких температур, что актуально для большинства угольных карьеров России.

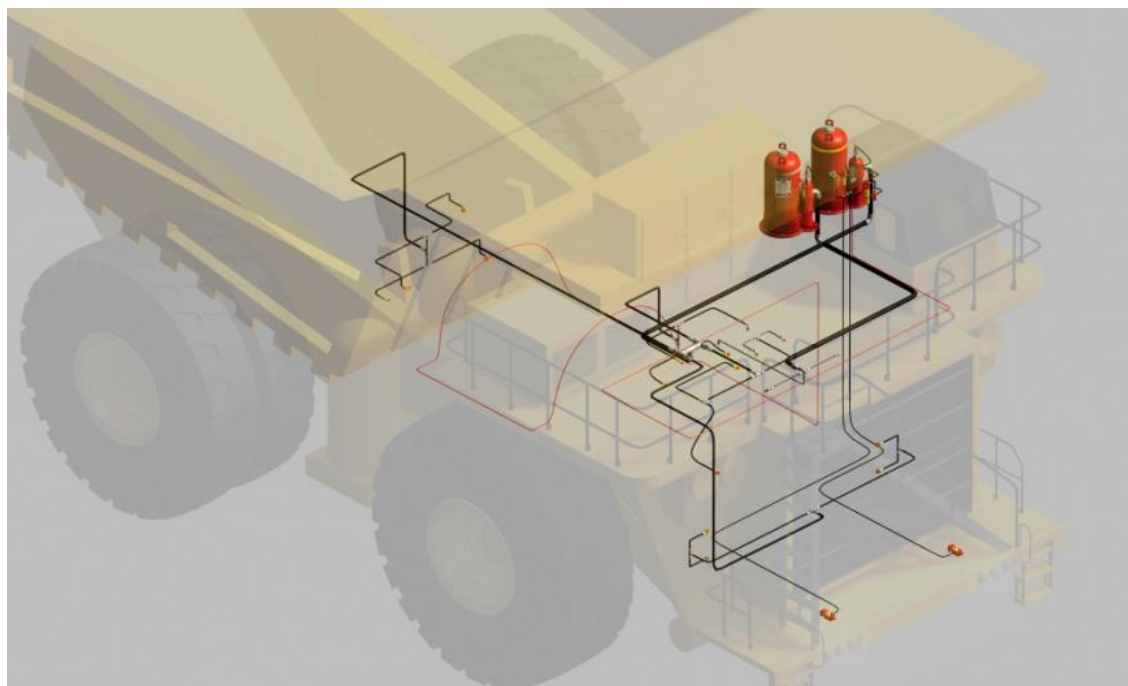
Наиболее распространенным и эффективным вариантом системы автоматического тушения возгораний на карьерном автотранспорте является двухкомпонентная система пожаротушения, представленная на рис. 1 [2].

Двухкомпонентная система пожаротушения представляет собой предварительно спроектированную установку, включающую следующие компоненты:

- резервуары для хранения огнетушащих веществ, газовые баллоны;
- разгрузочные сопла (форсунки), линии распределения химических агентов;
- приводные и вытесняющие газовые линии;
- модуль управления, автоматический и ручной приводы и сеть обнаружения, которые могут включать термические пожарные извещатели, иногда в сочетании с инфракрасными датчиками обнаружения пламени (IR3).

Стандартные бортовые системы автоматического пожаротушения, устанавливаемые на внедорожные грузовые автомобили, карьерный автотранспорт, используют сухой химический огнетушащий агент, такой как, например, моноаммонийфосфат ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ), для первоначального подавления пожара. Сухие химические огнетушащие вещества имеют хорошие характеристики при первоначальном подавлении пожара, но не обеспечивают максимальную защиту от возможного повторного возгорания. Таким образом, разработчиками двухкомпонентных автоматических систем пожаротушения

предусматривается вторичный сброс жидкого химического агента, следующий за порошкообразными огнетушащими веществами. Распыление жидких огнетушащих средств приводит к охлаждению поверхности и защите от возможного повторного возгорания.



**Рис. 1. Расположение двухкомпонентной системы пожаротушения ANSUL**

Применяемые в системах пожаротушения обычные жидкие огнетушащие химические агенты состоят из водного раствора соли или водного вспенивающего раствора.

Из-за низких температур окружающей среды, которым может подвергаться крупнотоннажная грузовая автотехника, жидкие химические огнетушащие вещества, используемые для тушения пожара как такового или используемые для охлаждения в сочетании с сухим химическим огнетушащим средством, содержат вещества, предотвращающие замерзание огнетушащего агента, например гликоли (этиленгликоль или пропиленгликоль) либо солевой раствор, такой как водный раствор ацетата калия или лактат калия. Также возможна комбинация одной соли и этилена либо пропиленгликоля.

Причем ацетат калия как одно из составляющих огнетушащего вещества выступает в качестве поверхностно-активного вещества и вещества, препятствующего замерзанию.

Используется ли солевой раствор в качестве самостоятельного средства пожаротушения или в сочетании с сухим химическим огнетушащим средством в качестве охлаждающего агента, высокая концентрация солей необходима для предотвращения замораживания водного раствора в условиях низких температур. Однако эффективность пожаротушения может быть снижена, поскольку вязкость жидкого огнетушащего вещества увеличивается по мере увеличения концентрации соли и по мере снижения температуры. Это может затруднить подачу распыленного жидкого агента через сопла форсунок в защищаемую область. Необходимо учитывать, что при экстремально низких температурах жидкие химические агенты могут распыляться в виде газообразного вещества, что значительно ограничивает зону покрытия.

Другой недостаток заключается в экологических последствиях от агентов, препятствующих замерзанию жидких огнетушащих веществ, так как пропилен и этиленгликоль являются токсичными веществами. Для применения в условиях низких температур жидкие огнетушащие вещества должны содержать высокую концентрацию этих агентов. Кроме того, водный раствор, содержащий высокую концентрацию гликолей, сам

по себе может быть легковоспламеняющимся. В связи с этим для соблюдения экологических норм желательно избегать применения этих агентов.

Помимо перечисленных вариантов, в качестве жидкого огнетушащего средства, может использоваться водный раствор пенообразующего вещества в сочетании с солями, например формиата калия и ацетат калия, и содержанием поверхностно-активных веществ (углеводородные, фторсодержащие агенты) [3].

Существует так же ряд других запатентованных вариантов жидких огнетушащих составов, отличающихся своими физико-химическими свойствами, экологическими характеристиками и эффективностью подавления огня. Однако всех их объединяет невозможность применения при тушении пожаров класса Е на карьерном автотранспорте [4, 5].

Для тушения возгорания в отсеках с электрооборудованием допустимы системы порошкового и аэрозольного тушения.

В состав огнетушащих порошковых составов входят тонкоизмельченные минеральные соли с присадками для снижения абсорбции и придания им текучести. В качестве минеральных солей использовались разные компоненты. Начиная с 1950 г., широкое применение в области пожаротушения нашел натрия бикарбонат. В дальнейшем калия бикарбонат вытеснил натриевый аналог как наиболее эффективный. В настоящее время в автоматических системах пожаротушения карьерного автотранспорта чаще всего применяют фосфорно-аммониевые соли [6].

В табл. 1 приведены свойства существующих порошковых огнетушащих составов [7].

Таблица 1. Свойства порошковых огнетушащих составов

Состав огнетушащего порошка	Область применения	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Ориентировочные нормы расхода, кг/м <sup>2</sup>
Гидрокарбонат натрия, карбонат кальция, тальк, аэросил (кремнийорганическая добавка)	Для тушения газов, легковоспламеняющихся (ЛВЖ) и горючих жидкостей, растворителей, электроустановок	900–1200	2,5
Гидрофосфат аммония, стеараты железа, магния, ПВХ смола	Для тушения ЛВЖ, масел, растворителей, тлеющих материалов	800–900	2,5
Фосфорноаммонийные соли; добавки (аэросил)	Для тушения газов, ЛВЖ, растворителей, нефтепродуктов, тлеющих материалов, электроустановок	800–1000	2,5

Огнетушащие порошки имеют ряд недостатков, в которых основными являются склонность к комкованию и слеживанию порошка под воздействием вибрации карьерного автотранспорта и слабое охлаждение зоны горения, что может повлечь повторное возгорание.

В связи с этим наибольший эффект при пожаротушении карьерного автотранспорта можно достигнуть путем использования модулей на основе хладонов в дополнение к основной системе автоматического пожаротушения. Преимуществами использования хладоновых модулей пожаротушения являются:

- отсутствие привязки к основной системе автоматического пожаротушения;
- низкая стоимость оборудования и хладонов;
- возможность использования в отсеках с электрооборудованием.

В табл. 2 представлены физико-химические свойства хладонов, соответствующих требованиям международных конвенций о защите окружающей среды [8].

Таблица 2. Физико-химические свойства хладонов

Наименование	Температура кипения, °С	Давление при 20 °С, МПа	Огнетушащая концентрация, об. %	Приведенная огнетушащая концентрация, кг/м <sup>3</sup>	ПДК (NOAEL), об. %
Хладон 125	-48,5	1,13	9,8	0,51	7,5
Хладон 227ea	-18,3	0,42	7,2	0,52	9
Хладон 318Ц	-2	н/а	7,8	0,66	>30
Хладон 23	-82,2	4,8	14,6	0,43	50
Noves 1230	49,2	0	4,2–4,5	0,57	10

Автоматические системы обнаружения и тушения пожаров не всегда доказывают свою эффективность. Слабым звеном систем пожаротушения является отсутствие вывода сопел над автошинами, являющимися одной из основных составляющих пожарной нагрузки карьерного самосвала. При возгорании автошин и дальнейшем распространении пламени штатные средства пожаротушения, огнетушители не будут эффективны. Помимо этого, работа с огнетушителем вблизи горящих автошин может создать угрозу жизни самого участника тушения пожара при разрыве покрышки. На рис. 2 показано горение автосамосвала с разливом горюче-смазочных материалов и возгоранием автошин [9].



Рис. 2. Горение карьерного автосамосвала

Одним из конструктивных решений для совершенствования систем противопожарной защиты является вывод сопел разгрузки автоматической системы обнаружения и тушения пожара над автомобильными шинами. При запуске системы противопожарной защиты на движущемся автосамосвале и до момента полной остановки огнетушащее вещество сможет покрыть поверхность автошин, снизив условия распространения огня, не создав угрозы для оператора машины.

Надежность срабатывания систем пожаротушения также зависит от качества температурных датчиков и их настройки. В современных системах автоматического пожаротушения применяются точечные тепловые датчики, линейные извещатели – термокабели, датчики пламени. Температурный диапазон срабатывания пожарных извещателей составляет от +120 до +180 °С. Соответственно, настройка датчиков на температуру +120 °С может привести к ложным срабатываниям системы пожаротушения, а установка температуры срабатывания +180 °С может привести к несвоевременному началу тушения возгорания.

Места открытой добычи полезных ископаемых в большинстве случаев удалены от населенных пунктов, дорожное полотно на территории разреза имеет сложный рельеф, а также отсутствует привязка к местности, что затрудняет своевременное прибытие подразделений пожарной охраны. Также одним из факторов увеличения времени реагирования является то, что на большинстве предприятий установлен контрольно-пропускной режим, что порой требует дополнительного согласования на проезд оперативных подразделений.

Одним из решений данной ситуации является наличие у собственников недродобывающего предприятия техники, приспособленной для тушения пожара и добровольной пожарной дружины [10].

В 2016 г. в г. Междуреченске Кемеровской области был опробован первый образец техники, приспособленной для тушения пожаров на базе автосамосвала БелАЗ, с объемом цистерны 60 т, баком для пенообразователя, насосом и стационарным лафетным стволом, представленный на рис. 3. Таким образом, угольный разрез решил вопрос о доставке огнетушащих веществ к месту возможного пожара и возможному снижению времени реагирования [11].



**Рис. 3. Приспособленная техника для тушения пожаров на карьерном транспорте на базе автомобиля БелАЗ**

С применением новых инженерных технологий и учетом прошлых конструктивных недостатков систем противопожарной защиты, исследованием свойств новых огнетушащих веществ производители автоматической системы обнаружения и тушения пожара совершенствуют выпускаемую продукцию. Однако существуют еще пробелы, не позволяющие максимально эффективно обеспечить пожарную безопасность карьерного транспорта.

## Литература

1. Бахтурин Ю.А. Современные тенденции развития карьерного транспорта // ГИАБ. 2009. № 7.
2. Зарецкий А.Д. Формирование института добровольной пожарной охраны на современных предприятиях России // Безопасность труда в промышленности. 2012. № 2. С. 40–43.
3. Корольченко А.Я., Шилина Е.Н. Газовое пожаротушение // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 5. С. 57–65.
4. Исследование свойств гидрофобизированного моноаммоний фосфата / Д.Н. Лапшин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Сер.: Химия и химическая технология. 2010. Т. 53. № 11. С. 77–80.
5. Сабинин О.Ю., Агаларова С.М. Огнетушащие порошки. Проблемы. Состояние вопроса // Пожаровзрывобезопасность. 2007. Т. 16. № 6. С. 63–68.
6. Siloxane-containing fire extinguishing foam / D. Blunk [et al.]: пат. 9446272. США. 2016.
7. Mathis J.A. Fire extinguishing agent and method of use: пат. 9289636. США. 2016.
8. Thomas S.C., Powell C., Regina A.C. Fire extinguishing composition: пат. 8366955. США. 2013.
9. Новостной портал ГОМЕЛЬ. URL: <https://progomel.by/auto/caraccident/2017/08/8725.html> (дата обращения: 11.10.2017).
10. TORVAC SOLUTIONS. URL: <http://torvacolutions.com.au/vehicle-fire-suppression-systems/> (дата обращения: 11.10.2017).
11. Auto.ru. URL: [http://www.belaz.by/en/press/news/2016/belaz\\_fire\\_fighting\\_truck\\_was/](http://www.belaz.by/en/press/news/2016/belaz_fire_fighting_truck_was/) (дата обращения: 11.10.2017).

## Reference

1. Bahturin Yu.A. Sovremennye tendencii razvitiya kar'ernogo transporta // GIAB. 2009. № 7.
2. Zareckij A.D. Formirovanie instituta dobrovol'noj pozharnoj ohrany na sovremennyh predpriyatiyah Rossii // Bezopasnost' truda v promyshlennosti. 2012. № 2. S. 40–43.
3. Korol'chenko A.Ya., Shilina E.N. Gazovoe pozharotushenie // Pozharovzryvobezopasnost'. 2016. T. 25. №. 5. S. 57–65.
4. Issledovanie svojstv gidrofobizirovannogo monoammonij fosfata / D.N. Lapshin [i dr.] // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Ser.: Himiya i himicheskaya tekhnologiya. 2010. T. 53. №. 11. S. 77–80.
5. Sabinin O.Yu., Agalarova S.M. Ognetchashchie poroshki. Problemy. Sostoyanie voprosa // Pozharovzryvobezopasnost'. 2007. T. 16. №. 6. S. 63–68.
6. Siloxane-containing fire extinguishing foam / D. Blunk [et al.]: пат. 9446272. SSHA. 2016.
7. Mathis J.A. Fire extinguishing agent and method of use: пат. 9289636. SSHA. 2016.
8. Thomas S.C., Powell C., Regina A.C. Fire extinguishing composition: пат. 8366955. SSHA. 2013.
9. Novostnoj portal GOMEL'. URL: <https://progomel.by/auto/caraccident/2017/08/8725.html> (data obrashcheniya: 11.10.2017).
10. TORVAC SOLUTIONS. URL: <http://torvacolutions.com.au/vehicle-fire-suppression-systems/> (data obrashcheniya: 11.10.2017).
11. Auto.ru. URL: [http://www.belaz.by/en/press/news/2016/belaz\\_fire\\_fighting\\_truck\\_was/](http://www.belaz.by/en/press/news/2016/belaz_fire_fighting_truck_was/) (data obrashcheniya: 11.10.2017).