

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОЖАРОТУШЕНИЯ НА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВАХ

Показана актуальность и необходимость размещения на пассажирских автотранспортных средствах автоматических систем пожаротушения, обоснован выбор типа системы пожаротушения и огнетушащего газа, разработаны структурная и функциональная схемы системы.

Ключевые слова: пассажирские автотранспортные средства, система пожаротушения, газовое огнетушащее вещество.

L.A. Dolgova, E.G. Rylyakin, I.R. Gulmayarov **DESIGN OF FIRE EXTINGUISHING SYSTEM ON VEHICLES**

Relevance and need of placement automatic fire extinguishing systems on passenger vehicles is shown, the choice of type fire extinguishing system and fire extinguishing gas is reasonable, is developed structural and functional schemes of system.

Key words: passenger vehicles, fire extinguishing system, gas fire extinguishing substance.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 2 марта 2015 г.

Одной из задач, определённых концепцией развития пассажирского транспорта России на ближайшие годы, является повышение безопасности пассажирских перевозок.

И в нашей стране, и за рубежом каждый год происходит большое количество дорожно-транспортных происшествий, из которых примерно 0,5 % заканчиваются возгоранием транспортных средств.

Можно сделать вывод, что возгорание автомобилей при ДТП происходит довольно редко. Однако если учесть, что возгорание произошло на пассажирском транспортном средстве в момент нахождения в нем большого количества людей, то ущерб от сгорания транспортного средства представляется ничтожным, по сравнению с гибелью людей.

На наших дорогах возгорания пассажирских автобусов – не столь уж редкие явления. Однако найти обобщенные статистические данные по этим автопроисшествиям практически невозможно.

И не принципиально – какой это автобус: работающий на газе или на бензине – любой автобус горит одинаково быстро. Во всех случаях возгорание начинается в моторном отсеке. Если огонь не потушен водителем в первые две минуты – от автобуса остается горелый остов. В среднем автобус выгорает в течение 5 минут после возникновения пламени.

Однако возгорание автомобиля возможно не только в результате ДТП. Возможными причинами пожара в автомобиле могут быть: короткое замыкание в электропроводке; утечка топлива в результате повреждения топливных шлангов; возгорание обивки сидений вследствие неаккуратного обращения с огнем (курение в салоне и т.п.); возгорание легковоспламеняющихся веществ при перевозке; неправильная эксплуатация газового оборудования; другие причины [1, 2].

Последствия пожара в автомобиле могут быть очень тяжелыми. Наряду с большими материальными потерями, пожар в автомобиле может привести к значительным человеческим жертвам.

Поэтому разработке систем предотвращения возгорания автомобилей придаётся важное значение. Особенно это важно для пассажирских перевозок.

Прямое предназначение систем пожаротушения – предотвращение, ограничение развития, тушение пожара, защита от пожара людей и материальных ценностей.

Самыми надежными в решении вышеперечисленных задач являются **системы автоматического пожаротушения**.

Однако для большей надежности срабатывания системы следует рассмотреть возможность комбинирования автоматического и ручного включения системы. При разработке автоматической системы пожаротушения следует оценить возможность резервирования

При разработке структурной схемы системы автоматического пожаротушения на транспортном средстве первоначальным вопросом является выбор вещества для тушения. Поэтому производим оценку автоматических систем с учётом воздействия на организм человека.

Из широко используемых веществ в системах для тушения (вода, порошки, газы) выбираем **газ**.

Основное преимущество таких систем – отсутствие факторов, влияющих на материальные ценности. Остатки огнетушащего вещества выводятся из зоны возгорания простым проветриванием. Принцип действия установок газового пожаротушения основан на снижении концентрации кислорода за счет поступления в зону возгорания негорючего газа. В качестве огнетушащего вещества используются инертные природные газы, а также газы, образующие среду, пригодную для дыхания человека.

При разработке структурной схемы системы предупреждения возгорания на микроавтобусе важным является выбор газообразного огнетушащего вещества. Последствие ДТП являются непредсказуемыми, поэтому заранее неизвестно, как долго могут находиться люди в салоне микроавтобуса, прежде чем будет обеспечена возможность его покинуть. Поэтому газообразное огнетушащее вещество должно быть по возможности безопасным для людей.

В качестве огнетушащего вещества используются газы, перечень которых определен в Своде правил СП 5.13130.2009 "Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" [3] (табл. 1).

Огнетушащие вещества

Сжиженные газы	Сжатые газы
Двуокись углерода (CO ₂)	Азот (N ₂)
Хладон 23 (CF ₃ H)	Аргон (Ar)
Хладон 125 (C ₂ F ₅ H)	Инерген: азот – 52 % (об.) аргон – 40 % (об.) двуокись углерода (CO ₂) – 8 % (об.)
Хладон 218 (CF)	
Хладон 227ea (C ₃ F ₇ H)	
Хладон 318Ц (CF ₂ Ц)	
Шестифтористая сера (SF ₆)	

При выпуске газового огнетушащего вещества в защищаемое помещение происходит разбавление воздуха и снижение процентного содержания кислорода.

Для поддержания горения необходимым условием является наличие не менее 12,5 % кислорода. Огнетушащая концентрация хладонов в несколько раз ниже, чем для сжатых газов, и составляет от 7,2 до 14,6 объёмных процентов. При такой концентрации хладона остаточная концентрация кислорода составляет 17,3-19,9 %, что обеспечивает человеку свободное дыхание. Данная концентрация кислорода соответствует разреженности воздуха на высоте около 2,5 тыс. м.

При применении хладонов (Хладон 23, Хладон 125, Хладон 227ea) концентрация кислорода снижается до безопасных для здоровья человека значений 17-20 %, что обеспечивает свободное дыхание и жизнедеятельность.

Оценку безопасности газовых огнетушащих веществ по токсичности проведем по параметру "запас безопасности" (разница между предельно допустимой концентрацией и огнетушащей концентрацией газа).

Для тушения пожара в помещениях с постоянным пребыванием людей допустимо применение хладона 227ea (запас безопасности 3,3 %), хладона 318Ц (запас безопасности 22,2 %) или хладона 23 (запас безопасности 35,4 %) [4].

Автоматические системы пожаротушения по принципу работы можно разделить на большие группы: системы, работающие по возмущению, и системы, работающие по отклонению.

Системы, работающие по возмущению, называются разомкнутыми. Структурная схема разомкнутой автоматической системы приведена на рис. 1.

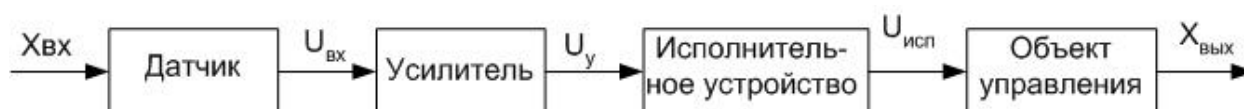


Рис. 1. Структурная схема разомкнутой автоматической системы

Применительно к системе предупреждения такая система работает следующим образом: при столкновении автомобилей при ДТП входным воздействием ($X_{вх}$) является удар. Входное воздействие преобразует датчик в электрический сигнал ($U_{вх}$), который замыкаясь, усиливает сигнал и подается на исполнительное устройство, которым является электромагнитный клапан. Под действием электрического сигнала клапан открывается и из соответствующей ёмкости в заданное пространство распыляется огнетушащее вещество.

Структурная схема замкнутой системы, работающей по отклонению, имеет вид (рис.2).

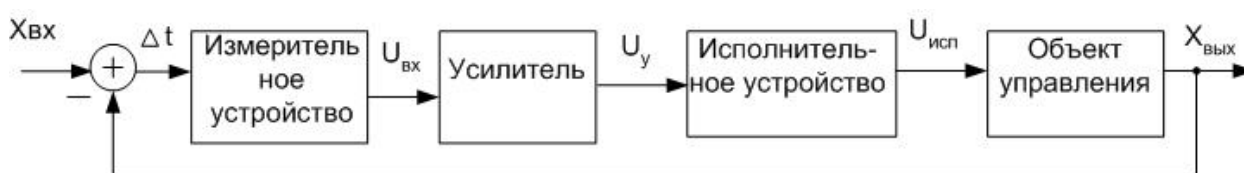


Рис. 2. Структурная схема замкнутой автоматической системы

Применительно к системе пожаротушения принцип и работа такой системы очевидны. Входным воздействием является, к примеру, температура под капотом автомобиля. Выходной величиной является допустимое значение температуры. Если имеет место $t_{вх} - t_{вых} < 0$, то подачи огнетушащего вещества из ёмкости не происходит. Если имеет место соотношение $t_{вх} - t_{вых} > 0$, то включается система пожаротушения.

Замкнутые системы обеспечивают высокую точность работы, но они более сложны по устройству и настройке, более дорогие.

Поэтому разомкнутые системы в системах пожаротушения нашли достаточно широкое применение. В качестве примера такой системы рассмотрим структурную схему защиты подкапотного пространства автомобиля "Подкова 01" (рис. 3) [5, 6].

Из анализа структурной схемы следует, что данная система работает по возмущению, то есть входным воздействием является температура. Исполнительными являются спусковые устройства, которые открывают трубки для выпуска огнетушащего газ.

Однако в качестве системы предупреждения возгорания автобуса данная система предупреждения не подходит, так как не в полной мере отвечает требованиям безопасности. Только датчика температуры явно недостаточно.

Структурная схема предупреждения возгорания микроавтобуса при ДТП может быть представлена в следующем виде (рис. 4) [7].

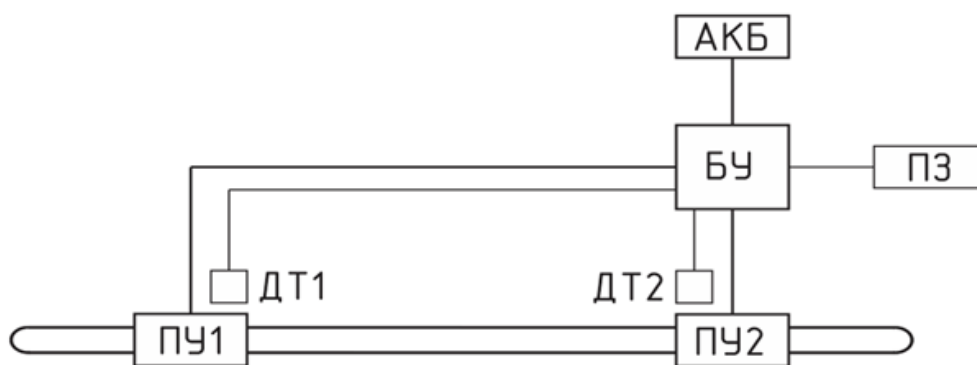


Рис. 3. Структурная схема установки пожаротушения "Подкова 01":
 ПУ1, ПУ2 – пусковые устройства, инициирующие вскрытие трубки и выпуск газа в защищаемый объём;
 ДТ1, ДТ2 – датчики температуры, расположенные на поверхности трубки, предназначенные для контроля температуры;
 БУ – блок управления;
 ПЗ – блок принудительного запуска (кнопка принудительного запуска с предохранителем, а также сигнализатор срабатывания);
 АКБ – аккумуляторная батарея, входящая в состав установки "Подкова-01П" (или бортовая АКБ транспортного средства)

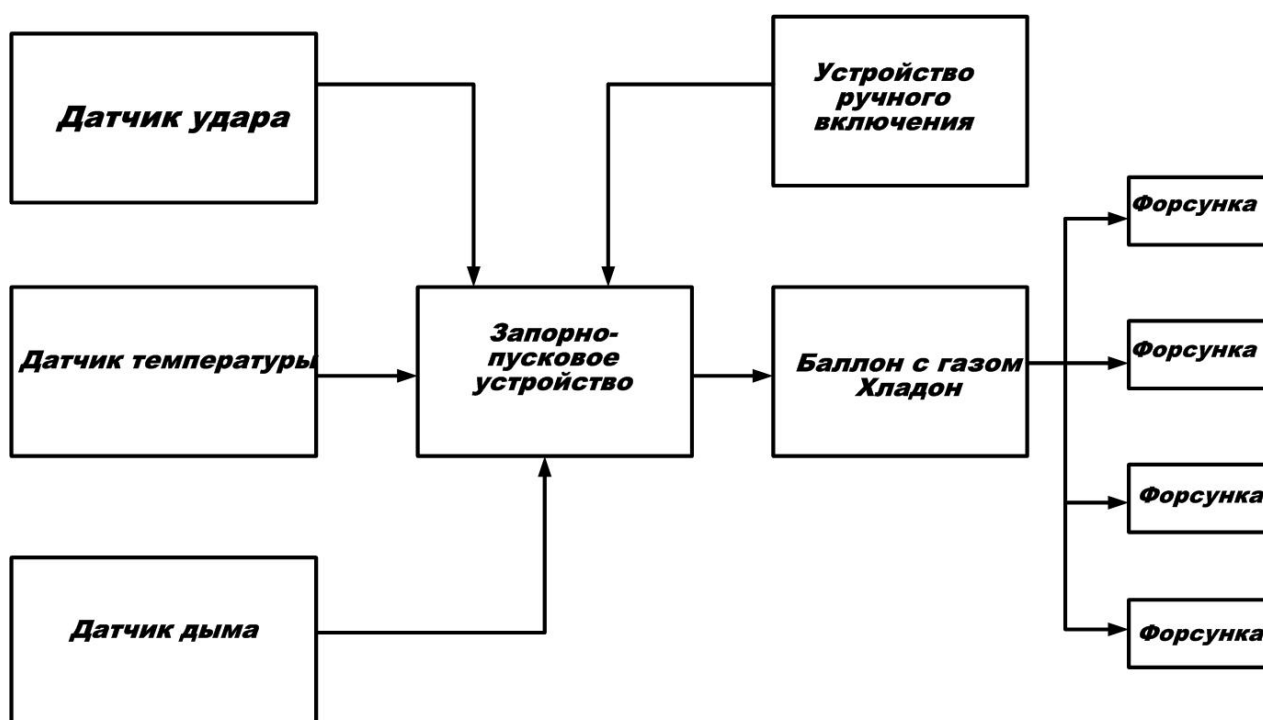


Рис. 4. Структурная схема автоматической газовой системы предупреждения возгорания автомобиля

В состав структурной схемы предлагаемой автоматической системы пожаротушения входят следующие основные устройства: датчики, запорное устройство, баллон с огнетушащим газом, трубопроводы, форсунки с насадками.

Принцип действия системы основан на использовании безопасного газа, не оказывающего влияние на здоровье людей и функционирование техники. Огнетушащее вещество – газ, выпускаемый из ёмкости (баллона), разбавляет воздух в помещении, понижает концентрацию кислорода (O_2) до значения ниже 14 %. В результате физико-химической реакции очаг горения затухает.

Принцип работы системы по структурной схеме заключается в следующем. При возникновении очага возгорания в результате удара при ДТП или короткого замыкания в электрооборудовании или других причин срабатывает датчик (или датчики), вырабатывается электрический сигнал, который поступает в блок управления. Блок управления оказывает соответствующее воздействие на запорно-пусковое устройство, которое открывает канал для выхода газа из ёмкости. Далее газ по трубопроводу под давлением поступает в форсунки, где распыляется в воздух объекта, в котором возник пожар.

Расчёт *автоматической газовой установки пожаротушения (АГУП)* включает: определение расчётной массы **ГОВ (газового огнетушащего вещества)**; определение продолжительности подачи ГОВ; определение диаметра трубопроводов, типа и количества насадок; определение максимального избыточного давления при подаче ГОВ; определение необходимого резерва ГОВ для АГУП; определение расчётной массы ГОВ.

Масса ГОВ M_z , которая должна храниться в АУГП, определяется по формуле:

$$M_z = M_p + M_{mp} + M_6 \times n,$$

где M_p – расчётная масса ГОВ;

M_{mp} – масса трубопроводов АУГП;

M_6 – масса остатка ГОВ в баллоне;

n – количество баллонов в батарее;

M_p – расчётная масса ГОВ, определяется по формуле:

$$M_p = K_1 \cdot V_p \cdot r_1 \cdot (1 + K_2) \cdot C_H / (100 - C_H),$$

где V_p – расчётный объём салона, m^3 ;

K_1 – коэффициент утечки ГОВ;

r_1 – плотность ГОВ, $кг/м^3$;

K_2 – коэффициент потерь ГОВ на негерметичность салона;

C_H – нормативная объёмная концентрация ГОВ в %.

Масса ГОВ, находящегося в баллоне, должна составлять не менее:

$$M_z = M_p + M_{mp}.$$

Время выпуска газа τ для АУГП, применяющих в качестве ГОВ хладоны, не должно превышать 10 секунд.

Выбор элементов структурной схемы и функциональная схема системы предупреждения возгорания микроавтобуса приведены на рис. 5.

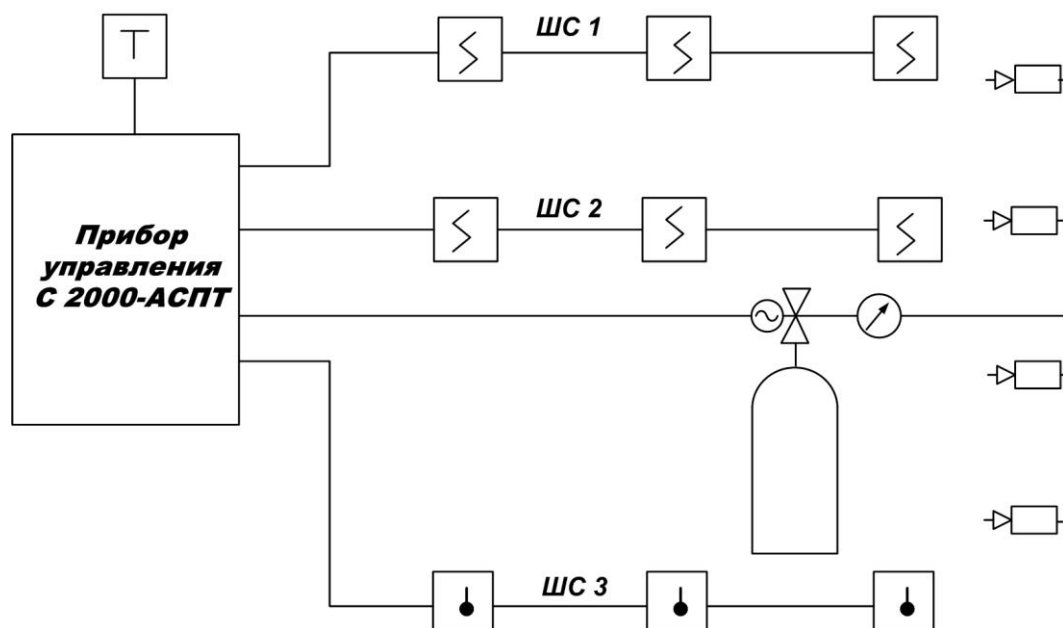
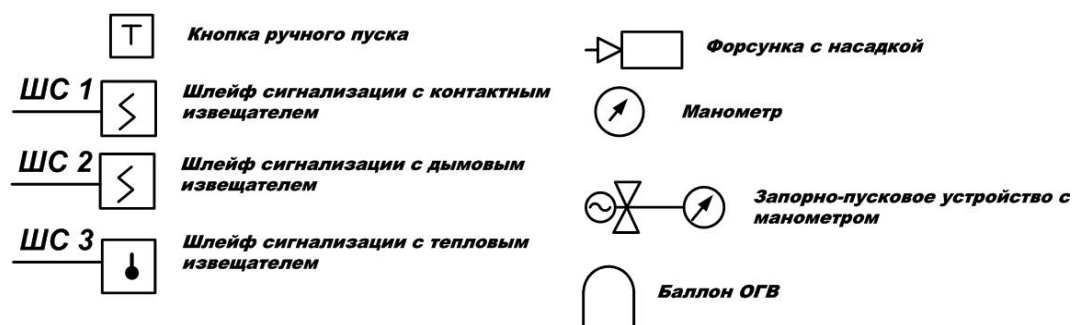


Рис. 5. Функциональная схема системы предупреждения возгорания микроавтобуса:



Основной задачей системы предупреждения возгорания на пассажирском транспорте является предупреждение возможного возгорания, а если оно возникает – быстро и эффективно ликвидировать его. При этом необходимо минимизировать ущерб самому автомобилю и причинение вреда здоровью пассажиров.

Литература

1. **Аношкин П.И., Долгова Л.А., Рылякин Е.Г. и др.** Основные неисправности системы питания автомобилей энергией сжатого воздуха и примерный алгоритм поиска // Перспективные направления развития автотранспортного комплекса: сб. ст. VI междунар. науч.-производ. конф. / МНИЦ ПГСХА. Пенза: РИО ПГСХА, 2013. С. 8-11.
2. **Новичков А.В., Новиков Е.В., Рылякин Е.Г. и др.** Исследование изнашивания прецизионных деталей дизельной топливной аппаратуры // Международный научный журнал. 2014. № 3. С. 108-111.
3. **Свод правил** СП 5.13130.2009 "Системы противопожарной защиты. Установки пожарной сигнализации и пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования" (утв. приказом МЧС РФ от 25 марта 2009 г. № 175).
4. **Газовое** пожаротушение. <http://os-info.ru/pojarotuschenie/gazovoe-pozharotushenie.html>.
5. **Противопожарные** системы, противопожарное оборудование – ПРО ЭНЕРГО НН. <http://stoppojar.ru/podkova>.
6. **Автономная** установка газового пожаротушения "Подкова 01" — инновационное решение для защиты от пожара подкапотного пространства автомобилей (легковые, грузовые, специальные). <http://www.cst-ufa.ru/horseshoe.htm>.
7. **Долгова Л.А., Рылякин Е.Г., Кривоножкин В.П.** Противопожарная система маршрутных транспортных средств // Матер. X междунар. науч.-практ. конф. "Новината за напреднали наука", 2014. Т. 30. Технологии. София. "Бял ГРАД-БГ" ООД. С. 107-109.