

УДК 621.65:614.8(075.8)

ББК 31.56+38.96

Рецензенты:

Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
заместитель начальника ФГУ ВНИИПО МЧС России

В. В. Пивоваров

Начальник отдела ТСП ЦОД ФПС МЧС России

П. С. Быков

Заместитель начальника кафедры пожарной техники

Ивановского института ГПС МЧС России

О. А. Семенов

Пожарная техника : учебник / М. Д. Безбородько, М. В. Алешков,
П46 В. В. Роенко и др. ; под ред. М. Д. Безбородько. – М. : Академия ГПС
МЧС России, 2012. – 437 с.

ISBN 978-5-9229-0012-6

В учебнике изложены основы устройства пожарных машин, их систем и механизмов. Большое внимание уделено их техническим возможностям, особенностям работы систем, проверке их технической готовности и техническому состоянию.

В разделе «Техническая служба» рассмотрены следующие темы: основы организации технического обеспечения, основы обеспечения технической готовности пожарных машин, оценка технического состояния пожарных машин, условия продления срока службы.

Учебник написан в соответствии с программой Государственного стандарта дисциплины «Пожарная техника» по специальности 330400 «Пожарная безопасность» и предназначен для курсантов и слушателей, имеющих среднее специальное образование.

Учебник написан заслуженным деятелем науки РФ д-р техн. наук, проф. М. Д. Безбородько. Отдельные главы и параграфы написали: гл. 7, 4.9 – В. В. Роенко, В. А. Праничников, гл. 9 – М. В. Алешков, гл. 11 – М. Д. Безбородько и А. В. Рожков, 4.5 и 4.6 – Н. И. Ульянов, 10.1.1 и 10.1.2 – С. А. Шкунов, 2.2.2.2 и 2.2.3 – А. В. Плосковосов.

УДК 621.65:614.8(075.8)

ББК 31.56+38.96

ISBN 978-5-9229-0012-6

© Академия Государственной противопожарной
службы МЧС России, 2012

© М. Д. Безбородько, 2012

АГВТ и колес. Для защиты от теплового излучения горящего факела рекомендуется применять съемные экраны из *асбестоткани* и других материалов. Ими возможно защищать колеса автомобиля, бензобаки, кабину.

Система запуска и управления ТРД дистанционная. Пульт управления выносной. Управление возможно на расстоянии до 50 м. На АГВТ предусматривается управление при помощи лоринготелефонной аппаратуры.

Одним из параметров, характеризующих совершенство ТРД, является тяга. Она находится в пределах 10–50 кН; и под действием тяги ТРД возникает опрокидывающая сила. Поэтому становится важным обеспечение устойчивости АГВТ против опрокидывания.

Запас устойчивости для грузоподъемных стреловых машин принимается равным 1.4. При работе ТРД сила тяги может резко изменяться, например, при резком изменении частоты вращения двигателя, поэтому запас устойчивости принимается $K_y \geq 2$. Для повышения устойчивости АГВТ применяют блокировку рессор.

Запас устойчивости для грузоподъемных стреловых машин принимается равным 1.4. При работе ТРД сила тяги может резко изменяться, например, при резком изменении частоты вращения двигателя, поэтому запас устойчивости принимается $K_y \geq 2$. Для повышения устойчивости АГВТ необходимо применять блокировку рессор.

4.9. Автомобили пожарные многоцелевые

Ученые Академии ГПС МЧС России совместно со специалистами ООО «Аква-ПиРо-Альянс» разработали принципиально новый путь развития многофункциональной пожарной и аварийно-спасательной техники МЧС – создание многоцелевых пожарных и аварийно-спасательных автомобилей, оснащенных мощными электросиловыми установками (мощностью не менее 50 кВт) и установками получения температурно-активированной воды (ТАВ). При реализации этого направления добиться многофункциональности пожарной и аварийно-спасательной техники МЧС удастся за счет уникальных свойств ТАВ.

Фактически признание целесообразности создания пожарной и аварийно-спасательной техники с установками получения ТАВ является одним из направлений реализации концепции развития типажа пожарных автомобилей (ПА) для пожарно-спасательной службы. Общим генеральным принципом концепции типажа, соответствующим реальной экономической ситуации в стране, является ограничение числа базовых моделей ПА и обеспечение многофункциональности за счет расширения количества их модификаций при максимальном уровне унификации компонентов.

Сущность способа заключается в том, что пресная вода вследствие нагревания её до высоких температур под большим давлением изменяет свои свойства. После возвращения к обычным условиям такая вода находится некоторое время в особом, так называемом *метастабильном состоянии*, проявляющемся в повышенной растворяющей способности карбонатов, сульфатов, силикатов и других соединений, в способности длительно удерживать в своем составе аномальные количества растворенного вещества и значительно повышать кислотность. Такая вода названа активированной, а сам процесс – температурной активацией.

Струи ТАВ получают из *перегретой воды* после ее подачи через стволы, которые имеют простую конструкцию и дешевы в изготовлении. *Перегретой называют воду, которая, находясь в замкнутом объеме, при температуре более 100° С и при давлении больше атмосферного не вскипает и не переходит в пар.* Если давление перегретой воды быстро уменьшается до атмосферного (например, перегретая вода выпускается из замкнутого объема в атмосферу), то происходит почти мгновенное вскипание воды. В результате вскипания одна часть перегретой воды переходит в пар, а другая часть дробится на капли диаметром менее 100 мкм, эти капли образуют «водяной туман». Пространство между каплями заполнено паром. Диаметр большинства капель «водяного тумана» составляет 10–50 мкм, поэтому капли витают в воздухе и многими наблюдателями ошибочно воспринимаются как пар.

Необходимо отметить, что получение такого мелкого распыла воды традиционным способом (за счет высокого давления или конструкции распылителя) удается добиться только при давлении более 150 атм. или использования специальных, сложных и дорогостоящих распылителей. Кроме того, сам факт перегрева воды еще не гарантирует получения ТАВ – важен также способ получения перегретой воды. Например, в результате исследований, проведенных учеными Академии ГПС МЧС России, было установлено, что при объемном получении перегретой воды (перегрев воды со свободной поверхностью в сосуде до линии насыщения) получить струи ТАВ не удастся. Именно объемный способ был использован в ФГУ ВНИИПО МЧС России для исследования огнетушащих свойств перегретой воды. Поэтому утверждение ряда специалистов об идентичности, проведенных в Академии и ВНИИПО исследований, ошибочно.

Суть проблем, от которых позволяет избавиться использование ТАВ может быть сведена к решению ряда задач, которые возникают перед службами МЧС России при ликвидации пожаров и аварий.

Первая задача, от решения которой зависит успешная эвакуация людей и быстрое обнаружение и тушение очага пожара, заключается в эффективном удалении или осаждении продуктов горения. От быстрого

решения этой задачи в большинстве случаев зависит количество людей, погибших от удушья, успешная эвакуация людей, а также время обнаружения и тушения очага пожара.

Поэтому для пожарных подразделений принципиально важно иметь возможность быстро осадить или удалить продукты горения (дым и ядовитые газы), прежде всего, на путях эвакуации и затем из объемов прилегающих к очагу пожара. К сожалению, передвижной техники, позволяющей эффективно осадить продукты горения на оснащении пожарной охраны, сейчас нет.

Следует отметить, что системы осаждения дыма ни в СНиП, ни в разработанных недавно нормах для высотного строительства (МГСН 4.19-2005), ни в предлагаемых проектных решениях ведущих фирм даже не предусматриваются. Необходимость в таких системах и передвижной пожарной техники крайне высока. Практически на всех пожарах дым и ядовитые газы блокировали пути эвакуации, стали причиной гибели или отравления людей и затруднили доступ пожарных к очагу возгорания.

Правомерен вопрос: «А может технического решения по осаждению дыма и ядовитых газов просто не существует? И из-за отсутствия эффективной техники для осаждения продуктов горения приходится рассматривать только системы дымоудаления?». Ответ: «Техническое решение, воплощенное в металле, существует, и это техническое решение использует для осаждения дыма ТАВ».

Способ подачи ТАВ для осаждения дыма через напорные патрубки дымоходов или системы дымоудаления и вентиляции позволяет одновременно обеспечить необходимый для дымоудаления подпор воздуха и осаждение дыма в больших объемах сложной конфигурации. Причем струя ТАВ способна огибать препятствия и достаточно долго не осадаться (по результатам экспериментов до 20 минут). Если еще учесть, что струи ТАВ стремятся подняться вверх даже на открытом пространстве, то все это делает их использование для осаждения дыма весьма перспективным.

Фактически можно утверждать, что использование ТАВ позволяет «повесить» внутри замкнутого объема любой конфигурации облако ТАВ, которое будет безопасно для людей, осадит и вытеснит продукты горения или любые другие газы.

Вторая задача, которая возникает, как правило, при тушении уже развившегося пожара, заключается в быстром уменьшении температуры как на путях эвакуации, так и в непосредственной близости к очагу пожара. В ряде случаев первая и вторая задачи возникают одновременно.

Единственный способ, который сейчас широко используется оперативными пожарными подразделениями для решения второй задачи – это интенсивная подача компактных или тонкораспыленных струй воды.

Однако использование струй воды для этих целей ограничено из-за того, что компактные струи или струи тонкораспыленной воды, которые состоят из капель воды размером более 100 мкм, или стекают вниз по встретившемуся препятствию, или оседают на горизонтальных поверхностях, исчерпав максимальную дальность свободного полета. Именно по этой причине такой способ охлаждения требует подачи большого объема воды и по оценке специалистов от 70 до 90 % воды оказываются излишне пролитыми, т. е. не участвующими в процессе охлаждения.

Эффективное (быстрое) уменьшение температуры при подаче ТАВ обеспечивается тем, что размер большинства капель «водяного тумана» составляет всего 10–50 мкм, поэтому капли витают и не осаждаются, огибают препятствия. Скорость движения капель ТАВ мала по сравнению с компактными струями и каплями тонкораспыленной воды. Поэтому капли ТАВ остаются в охлаждаемом объеме и практически вся вода участвует в процессе охлаждения, так как успевает испариться. Кроме того, как и при осаждении дыма, ТАВ занимает полностью весь объем и поднимается вверх – в зону максимальных температур, даже в том случае, если у ствольщика нет возможности направить ствол-распылитель перегретой воды (СРПВ) вверх. Но даже если СРПВ будет направлен вниз, то ТАВ все равно будет стремиться вверх.

На практике есть возможность подать ТАВ в замкнутый объем даже в том случае, если входное отверстие в этот объем составляет чуть более 50 мм. Для этого используется ствол-пика с внешним диаметром 50 мм и длиной от 0,5 м до 2 м. Ствол-пика позволяет обеспечить подачу до 1 л/с перегретой воды, которая обеспечит объем облака ТАВ до 5 м³/с.

Важно также и то, что температура струи ТАВ на расстоянии 30–50 см от СРПВ составляет 50–60 °С. Большая площадь поверхности капель ТАВ и температура водяного тумана, близкая к 100° С, обеспечивают быстрое испарение воды, что и понижает температуру в занимаемом ТАВ объеме, что увеличивает объем пара, который занимает еще больший, чем ТАВ объем, перегреваясь, расширяется и поглощает энергию из занимаемого объема.

Третья задача – тушение очага пожара. Струи ТАВ могут быть использованы для тушения практически всех видов горючих веществ, которые не вступают в химическую реакцию с водой с выделением большого количества тепла или горючих газов. Струи ТАВ эффективно тушат бензины различных марок, нефтепродукты, спирты, ацетон, другие углеводороды и водорастворимые жидкости, а также твердые материалы: древесину, резину, поливинилхлорид, полистирол.

Эффективность пожаротушения струями ТАВ обеспечивается тем, что струи ТАВ представляют собой поток капель воды размером менее 50 мкм, пространство между каплями заполняет, как уже указывалось, пар, а не воздух, что характерно для всех струй распыленной воды. Также важно то, что при правильном выборе сочетания температуры и давления перегретой воды, а также конструкции СРПВ удастся достичь температурной активации воды. При этом энергия, поглощаемая водой от очага пожара, становится больше энергии, необходимой для разогрева воды до 100° С, и последующего ее испарения.

Капли ТАВ размером менее 50 мкм долго не осаждаются (витают) и вместе с конвективными потоками воздуха инжектируются в очаг пожара. Это явление существенно расширяет возможности пожарных по тушению пожаров в сложных условиях – появляется возможность тушить очаги пожаров «вслепую», направляя струи ТАВ в пустоты или в конвективные потоки. Эта возможность становится принципиально важной при тушении пожаров в пустотах, в помещениях сложной конфигурации или с большим количеством оборудования и особенно в складских помещениях. Причем ТАВ позволяет обеспечить многофункциональность тушения не только по виду горючих материалов, но и по способу их тушения. При подаче ТАВ возможен как поверхностный, так и объемный способы пожаротушения.

Еще одна возможность пожаротушения, которая реализуется при использовании ТАВ – выбор оптимальных параметров «водяного тумана» за счет изменения температуры перегретой воды. Регулирование температуры перегретой воды позволяет изменять соотношение между паровой и водяной фазами «водяного тумана», а также размер капель воды. За счет изменения сочетания температуры, давления и типа распылителя перегретой воды удастся добиться изменения соотношения паровой и капельной фаз ТАВ в достаточно широких пределах – до 1/3 паровой и 2/3 капельной массовой доли от общей массы перегретой воды. Именно эти преимущества ТАВ позволяют в десятки раз уменьшить расход воды, необходимой для тушения очага пожара.

В истории развития техники пожаротушения впервые появилась возможность плавного, бесступенчатого регулирования параметров водяной струи от компактной (при температуре воды перед распылителем менее 100° С) до мелкодисперсной с размером капель 10–20 мкм (при температуре воды перед распылителем 160° С и более). И, что самое главное, все эти изменения параметров струи возможны без замены СРПВ и каких-либо манипуляций ствола. Шликом со стволом – ствольнику достаточно подать команду водителю ПА увеличить или уменьшить температуру воды на выходе из ПА.

При расходе через распылитель около 1 л/с минимальный диаметр проточных частей распылителя будет 6–7 мм, а размер большинства капель воды струи ТАВ будет составлять всего 10–20 мкм. Это позволяет получать ТАВ без предварительной деминерализации и тонкой очистки воды. Из-за отсутствия у распылителей ТАВ проточных каналов с минимальной площадью ограничение размера механических примесей в воде диктуется возможностями водяного насоса, а не распылителей, как у существующих установок ТРВ.

Использование ТАВ при тушении пожаров предпочтительнее по двум причинам: во-первых, для успешного пожаротушения ТАВ необходимо минимум в десять раз меньше, чем холодной воды; во-вторых, гидравлические потери в рукавах при подаче ТАВ намного меньше гидравлических потерь при подаче холодной воды, так как кинематическая вязкость воды при температуре 180–200° С примерно в десять раз меньше, чем кинематическая вязкость воды при температуре 4–20° С.

Также важно, что зимой при прокладке рукавной линии вне здания ТАВ в рукавах не замерзнет даже при непродолжительном прекращении подачи воды, а уменьшение температуры из-за охлаждения легко компенсируется увеличением температуры воды на выходе из ПА.

Все перечисленные аргументы позволяют утверждать, что пожарный автомобиль с ТАВ может быть успешно использован для оснащения подразделений МЧС России. Установка получения воды (УПВ), которая является основным узлом АПМ, имеет многофункциональное назначение и может быть использована в качестве котельной для получения горячей воды и пара, а также источника перегретой воды для мойки технологического оборудования и строений от грязи и отложений нефтепродуктов.

Принципиально важным является и то обстоятельство, что теоретические и экспериментальные исследования ученых Академии совместно со специалистами ООО «Аква-ПиРо-Альянс» воплотились в изготовлении ПА с установкой получения перегретой воды. Основной конструктивной особенностью этого ПА является совмещение в одном автомобиле мощного электрогенератора (не менее 50 кВт) и установки получения перегретой воды. Наличие электрогенератора позволяет обеспечивать работу всех узлов и агрегатов от электроприводов. Установка получения перегретой воды позволяет: получать перегретую воду с температурой от 150–180° С при расходе от 0,3 до 2 л/с; обеспечивать подачу ТАВ не более чем через 1 минуту с момента запуска установки без предварительного прогрева, как воды, так и самой установки.

Реализация нового пути развития многофункциональной пожарной и аварийно-спасательной техники МЧС воплощена в разработке модельного ряда многоцелевых пожарных автомобилей (АПМ – автомобилей «ПиРо») с установками получения ТАВ при давлении 16, 25, 40 и 125 атм.

Автомобиль пожарный многоцелевой АПМ 3-1/16-50(43118) мод. «ПиРо» (02) является базовой моделью модельного ряда автомобилей «ПиРо» (рис. 4.29).

АПМ рассчитан на эксплуатацию в районах с холодным и умеренным климатом при температуре окружающего воздуха от минус 40° С до плюс 40° С, категория I ГОСТ 15150.

АПМ предназначен для использования в следующих целях.

1. Доставка к месту пожара или аварии боевого расчета пожарных подразделений или рабочих ремонтно-восстановительных бригад, ремонтного и аварийно-спасательного оборудования и инструмента, средств освещения, а также пожарно-технического вооружения (ПТВ) и запаса огнегасящих веществ.

2. Поверхностное и объемное тушение пожаров температурно-активированной водой (ТАВ).

3. Обеспечение работоспособности насосных установок пожарной техники, а также всасывающих и напорных рукавных линий при тушении пожаров в условиях низких температур.

4. Создание защитных завес из ТАВ при тушении пожаров или выполнении аварийно-спасательных работ.

5. Проведение первоочередных аварийно-спасательных работ.

6. Освещение мест пожаров или аварий.

7. Уменьшение взрывоопасных концентраций газов в замкнутых объемах.

8. Обеспечение временного или аварийного теплоснабжения объектов нефтяных и газовых комплексов.

9. Осаждение струями ТАВ дыма, паров и аэрозолей АХОВ.

10. Обеспечение ремонтно-восстановительных работ горячей водой.

11. Очистка от проливов нефтепродуктов резервуаров, трубопроводов, технологического оборудования и элементов строительных конструкций.

12. Удаление пожароопасных отложений нефти с технологического оборудования.

13. Разогрев проливов нефти для ее последующего сбора вакуумными насосами.

14. Отогрев пожарных гидрантов, технологического оборудования и техники.

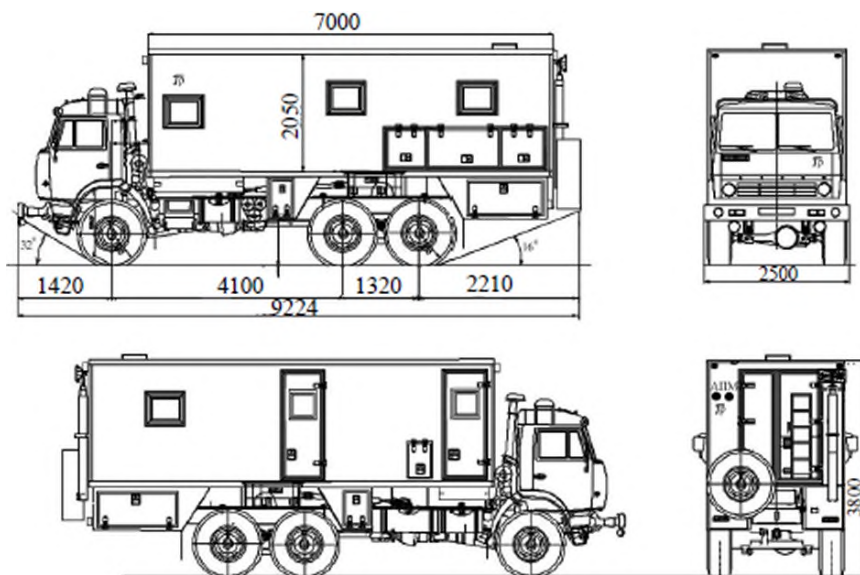


Рис.4.29. Общий вид АПМ-3-1/16-50 (43108)

Основные технические параметры автомобилей «ПиРо» приведены в табл. 4.10.

Таблица 4.10

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Базовое шасси	—	КАМАЗ-43118
Тип двигателя	—	Дизельный с турбонаддувом
Мощность двигателя	кВт (л.с.)	191 (260)
Полная масса автомобиля, не более	кг	20750
Габаритные размеры, не более:	мм	
длина		9224 ± 30
ширина		2500
высота в транспортном положении (без расчета, воды, с 5–10 л запасом топлива)		3700–3800
Максимальная скорость	км/ч	90
Наименьший радиус поворота	м	11,5
Число мест для боевого расчета (включая водителя)	чел	6
Вместимость емкостей для воды, не менее	л	3000

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
Модель водяного насоса, устанавливаемого на АПМ	–	МХV 50-1616 НЦПВ-4/400 1.1ПТ-2/12,5
Мощность дизельной горелки, не менее	МВт	1,2
Топливо для работы дизельной горелки.	марка	Дизельное ГОСТ 305-82
объем топливного бака, не менее	л	350–500
Номинальная производительность при температуре ТАВ 165° С, не менее	л/с	1,0
Номинальный напор на выходном патрубке при температуре ТАВ 165° С, не менее	МПа (кгс/см ³)	1,6 (16)
Максимальная производительность при температуре ТАВ 165° С, не менее	л/с	2,0
Система возбуждения электрогенератора	–	Бесщеточная
Номинальное напряжение/ Номинальная частота	В/ Гц	400/50
Номинальная мощность электрогенератора	кВт	50
Расход топлива на привод электрогенератора при работе в номинальном режиме работы установки получения ТАВ, не более	л/мин (л/час)	0,75 (45)
Расход топлива на работу в номинальном режиме работы установки получения ТАВ (расход воды 1 л/с, температура воды 165° С, давление на выходе 1,6 МПа), не более	л/мин (л/час)	1,25 (75)
Расход топлива на работу АПМ в режиме получения горячей воды (расход воды 4 л/с, температура воды 115° С, давление на выходе 1,0 МПа), не более	л/мин (л/час)	2 (120)
Срок службы	лет	10

Разработка, изготовление и опытная эксплуатация ПА с установкой получения ТАВ позволили сформулировать принципиально новый подход и основу научно-технического развития техники пожаротушения и аварийно-спасательной техники МЧС – создание многоцелевой, автономной передвижной техники с электрогенераторами и установками для получения ТАВ. Такая техника имеет широкую область применения, которую до разработки установок получения ТАВ реализовать было невозможно.