

Разработка пожарно-спасательного автомобиля с установкой пожаротушения температурно-активированной водой

В соответствии с поручением Министра Российской Федерации по чрезвычайным ситуациям С. К. Шойгу в 2007 году была начата научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа «Разработка многоцелевого пожарно-спасательного автомобиля с установкой пожаротушения температурно-активированной водой» (Государственный контракт № 10/4.9-242Г от 22 августа 2007 г.). В результате работы специалисты ООО «Аква-ПиРо-Альянс» изготовили пожарно-спасательный автомобиль с установкой пожаротушения температурно-активированной водой АПМ 3-2/40-1,38/100-100 (43118) мод. ПиРоЗ-МПЗ¹ (рис. 1).



Рисунок 1 – АПМ 3-2/40-1,38/100-100 (43118) мод. ПиРоЗ-МПЗ

Данный автомобиль представляет собой принципиально новое направление развития многофункциональной техники МЧС России – это создание многоцелевых пожарных и аварийно-спасательных автомобилей,

¹ Основные показатели автомобиля отражаются в структуре его обозначения, где: АПМ – автомобиль пожарный многоцелевой; 3 – вместимость ёмкостей для воды, м³; 2 – производительность УПТАВ при давлении воды на входе в экономайзер 40 кг/см², л/с; 40 – давление воды на входе в экономайзер, создаваемое УПТАВ при подаче воды 2 л/с, кг/см²; 1,38 – производительность УПТАВ при давлении воды на входе в экономайзер 100 кг/см², л/с; 100 – давление воды на входе в экономайзер, создаваемое УПТАВ при подаче воды 1,38 л/с, кг/см²; 100 – номинальная мощность электрогенератора, кВт; 43118 – индекс базового шасси КАМАЗа; мод. ПиРоЗ – обозначение модели ПА по системе разработчика ООО «Аква-ПиРо-Альянс»; МПЗ – индекс завода изготовителя (Мытищинский приборостроительный завод).

оснащенных мощными электросиловыми установками (мощностью не менее 50 кВт) и установками получения температурно-активированной воды (ТАВ).

Физическая сущность получения ТАВ (рис. 2) сводится к подаче воды под большим давлением (от 1,6 до 10,0 МПа) в специально разработанный прямоточный водотрубный теплообменник. В теплообменнике вода сначала нагревается до температуры 160–280 °С (такую воду принято называть недогретой, поскольку температура жидкости меньше температуры насыщения при заданном давлении), затем недогретая вода по гибким или металлическим трубопроводам подается к специальным стволам-распылителям, где она за считанные доли секунды (10^{-4} – 10^{-9} с) переходит в метастабильное состояние. В результате последующего взрывного вскипания образуются струи ТАВ (рис. 3) с размером капель от 0,01 до 10,0 мкм, которые по своим свойствам близки к теплым туманам и облакам. Основные параметры воды при ее температурной активации представлены в таблице 1.

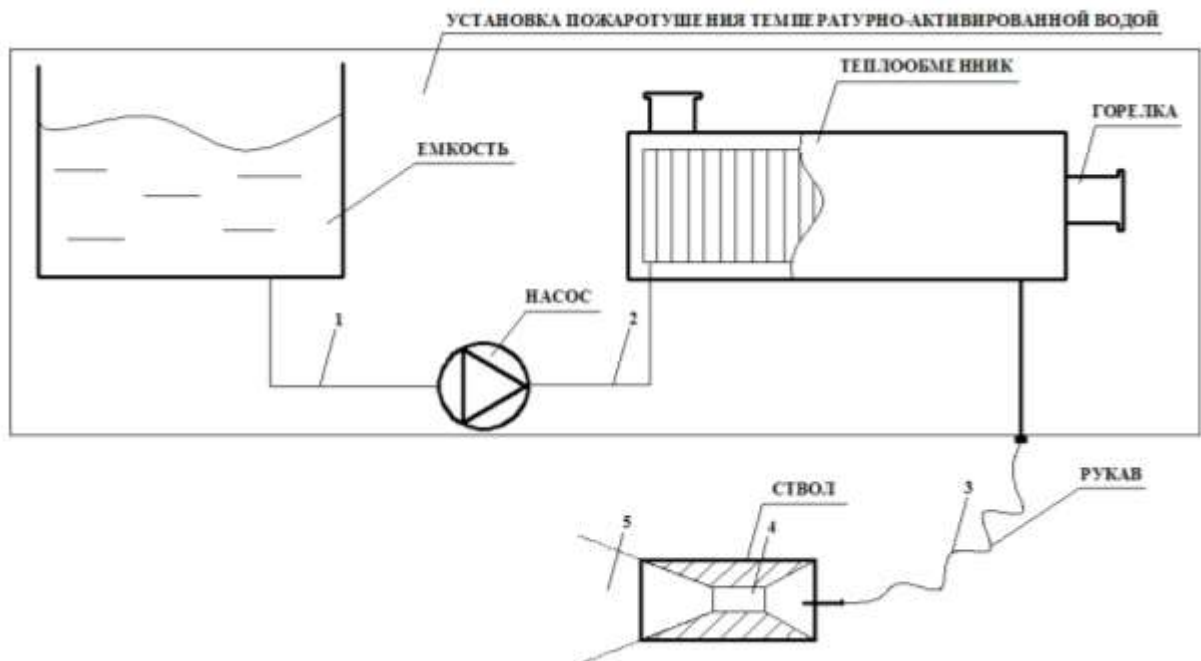


Рисунок 2 – Получение температурно-активированной воды

Таблица 1 – Параметры воды при ее температурной активации

№ п/п	Температура t , °С	Давление P , МПа	Состояние	Время τ , с
1	4–60	0,01	Вода	1–3
2	4–60	1,6–10,0	То же	3–5
3	160–280	1,3–8,0	Недогретая вода	40–60
4	160–280	0,6–1,9	Перегретая вода	10^{-4} – 10^{-9}
5	60	0,01	ТАВ	300–1800



Рисунок 3 – Тушение горючей жидкости ТАВ

Таким образом, ТАВ называется парокапельная смесь, полученная в результате мгновенного перехода недогретой воды в область метастабильного состояния и последующего взрывного вскипания.

При реализации этого направления добиться многофункциональности пожарной и аварийно-спасательной техники МЧС России удастся за счет использования уникальных свойств ТАВ. 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. Они эффективно тушат бензины различных марок, нефтепродукты, спирты, ацетон, другие углеводороды и водорастворимые жидкости, а также твердые горючие материалы: древесину, резину, поливинилхлорид, полистирол. Наиболее эффективно струи ТАВ тушат пожары в замкнутых объемах, так как образуют большой объем «водяного тумана», который эффективно осаждает дым и пары ядовитых веществ. Данное свойство ТАВ было подтверждено при испытании автомобиля АПМ на базе Института экспериментальной метеорологии (Обнинск), когда за 3 минуты в объеме 3200 кубических метров создана практически 100% влажность. Размер капель образующихся при этом, по оценкам ученых, по своим параметрам соизмерим с возможностями нанотехнологий.

Эффективное (быстрое) уменьшение температуры при тушении ТАВ обеспечивается тем, что размер большинства капель «водяного тумана» составляет всего от 0,01 до 10,0 мкм, а температура струи на расстоянии 30–50 см от ствола-распылителя ТАВ – от 50 до 60 °С. Большая площадь поверхности капель и температура «водяного тумана», близкая к 100 °С, обеспечивает быстрое испарение воды, что и понижает температуру в зоне горения, а также увеличивает объем пара.

Струи ТАВ эффективно удаляют отложения нефти и нефтепродуктов с поверхностей из различных материалов (металл, стекло, природный камень, бетон, пластик) без применения большого давления и технических моющих средств, а также предварительной очистки воды.

АПМ с мощной электросиловой установкой (мощность не менее 50–100 кВт) и установкой для получения ТАВ позволяет пожарным подразделениям МЧС России реализовать принципиально новые возможности при ликвидации ЧС:

- обеспечение как поверхностного, так и объемного пожаротушения при подаче ТАВ от передвижной пожарно-спасательной техники;
- тушение широкого перечня горючих материалов только за счет применения ТАВ, т.е. без использования 4–5 видов огнетушащих веществ;
- уменьшение ущерба от излишне пролитой воды при тушении пожаров в жилых и административных зданиях;
- эффективное осаждение дыма и быстрое уменьшение температуры на месте пожара;
- снижение взрывоопасной концентрации паров нефтепродуктов внутри замкнутого объема (резервуара, цистерны, технологической установки);
- тушение пожаров в высотных зданиях передвижной пожарной техникой, обеспечив подачу ТАВ от АПМ по гибкому трубопроводу или сухотрубку на высоту не менее 200 м;
- возможность обеспечения электроэнергией и теплом зданий и сооружений по временной схеме;
- тушение пожаров в тоннелях передвижной пожарно-спасательной техникой без ее заезда внутрь тоннеля, обеспечив подачу ТАВ от АПМ по гибкому трубопроводу или сухотрубку на расстояние до 1000 м;
- пожаротушение в завалах и пустотах со снижением риска для жизни людей, находящихся в них;
- обеспечение работоспособности пожарной техники в зимних условиях при низких температурах.

На примере гарнизона пожарной охраны Свердловской области установлено, что использование АПМ при тушении пожаров ТАВ, позволит уменьшить косвенный эколого-экономический ущерб от излишне пролитой воды не менее чем на 90 %.

В ноябре 2007 года информация об АПМ с технологией получения ТАВ представлялась на международной выставке «Инновации 2007 года» в

Брюсселе, где данная разработка была удостоена золотой медали, диплома и специального приза Бельгийского правительства.

В мае 2009 года на основании положительных приемочных испытаний в соответствии с приказом Министра Российской Федерации по чрезвычайным ситуациям С. К. Шойгу от 14 мая 2009 года № 298 «о принятии на снабжение в системе МЧС России многоцелевого пожарно-спасательного автомобиля с установкой пожаротушения температурно-активированной водой АПМ 3-2/40-1,38/100-100(43118)» автомобиль принят на снабжение в системе МЧС России.

В феврале 2010 года для решения задач по восстановительным работам на сооружениях Саяно-Шушенской ГЭС было предложено использование АПМ. Результатом самоотверженной и профессиональной работы оперативной группы явилось разрушение на первой секции разделительного бычка и пера разделительного устоя водобойного колодца Саяно-Шушенской ГЭС снежно-ледяной массы в 330 тонн за 83 часа (рис. 4).



Рисунок 4 – Применение АПМ на Саяно-Шушенской ГЭС

В августе 2010 года АПМ применялся в ходе работ по ликвидации очагов низовых пожаров вблизи г. Сарова (рис. 5).

Использование АПМ, для ликвидации лесных пожаров показало высокую эффективность применения ТАВ как для локализации и тушения очагов с пламенным горением, так и для ликвидации тлеющих очагов лесной подложки, упавших деревьев, корневой системы устоявших деревьев и торфа. Сопоставление результатов работ по защите одного и того же лесного массива с использованием обычной тактики тотального пролива водой и с использованием выборочной обработки поверхности струями ТАВ показало, что расход воды был уменьшен более чем в 10 раз. При этом качество обработки поверхности, исключающее повторные возгорания в местах, обработанных ТАВ, существенно выше.



Рисунок 5 – Тушение лесоторфяных пожаров с использованием ТАВ

В настоящее время АПМ поставлены в боевые расчеты гарнизонов пожарной охраны городов Москвы, Реутова, Липецка. В 2010 году в соответствии с Государственным контрактом № 255/3600-101П от 24 мая 2010 года изготовлены и поставлены АПМ в подразделения ГПС МЧС России в количестве 10 шт.

АПМ предназначен для использования в следующих целях:

- 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 и запаса огнетушащих веществ;
- тушение пожаров компактными и распыленными струями воды и температурно-активированной водой;
- создание пароводяных защитных завес при тушении пожаров или выполнении аварийно-спасательных работ;
- проведение первоочередных аварийно-спасательных работ;
- обеспечение ремонтно-восстановительных работ горячей водой;
- уменьшение взрывоопасных концентраций газов в замкнутых объемах;
- обеспечение временного или аварийного теплоснабжения объектов нефтяных и газовых комплексов;
- осаждение дыма, паров и аэрозолей АХОВ;

- обеспечение работоспособности насосных установок пожарной техники, а также всасывающих и напорных рукавных линий при тушении пожаров в условиях низких температур;
- освещение мест пожаров или аварий;
- очистка от проливов нефтепродуктов резервуаров, трубопроводов, технологического оборудования и элементов строительных конструкций;
- удаление пожароопасных отложений нефти с технологического оборудования;
- разогрев проливов нефти для ее последующего сбора вакуумными насосами;
- ликвидация обледенения технологического оборудования и техники.

Основные параметры АПМ

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
1	2	3
1 Показатели назначения		
1.1 Базовое шасси		КАМАЗ–43118-15
1.2 Тип шасси		полноприводное
1.3 Колесная формула		6х6
1.4 Тип двигателя		Дизельный с турбонаддувом
1.5 Мощность двигателя	кВт (л.с.)	191 (260)
1.6 Полная масса автомобиля, не более	кг	20750
1.7 Распределение полной массы		
1.7.1 Нагрузка на колеса управляемой (передней) оси АПМ в боевой готовности, не более	кг	5550
1.7.2 Нагрузка на колеса средней и задней оси АПМ в боевой готовности, не более	кг	15200
1.7.3 Распределение нагрузки на колеса правого и левого бортов	%	50×50
1.7.4 Допускаемое отклонение распределения нагрузки на колеса правого и левого бортов от полной массы, не более	% (кг)	±1 (± 207,5)
1	2	3
1.8 Максимальная скорость, не менее	км/ч	90
1.9 Угол свеса	град	
1.9.1 Передний	град	32
1.9.2 Задний	град	16
1.10 Наибольший преодолеваемый подъем, не менее	%	28
1.11 Наименьший радиус поворота	м	11,5

1.12 Угол поперечной устойчивости, не менее	градус	30
1.13 Число мест для боевого расчета (включая водителя)	человек	6
1.13.1 В кабине водителя	человек	3
1.13.2 В кузове	человек	3
1.14 Вместимость емкостей для воды, не менее	л	3000
1.15 Параметры насосных установок		
1.15.1 Напор насоса НЦПВ- 4/400 при номинальном режиме, не менее	МПа (кгс/см ²)	4,0 (40,0)
1.15.2 Подача насоса НЦПВ- 4/400 при номинальном режиме, не менее	л/с (л/мин)	4,0 (240)
1.15.3 Напор насоса 1.1ПТ-5/10,0-Д1-А3-МЗ-У2 при номинальном режиме, не менее	МПа (кгс/см ²)	10,0 (100,0)
1.15.4 Подача насоса 1.1ПТ-5/10,0-Д1-А3-МЗ-У2 при номинальном режиме, не менее	л/с (л/мин)	1,38 (83,33)
1.16 Время заполнения водой емкостей из открытого водоисточника, не более	с (минут)	600-1200 (10-20)
1.17 Параметры погружного насоса для забора воды из удаленного открытого водоисточника		
1.17.1 Максимальный напор, не менее	м	27
1.17.2 Максимальная подача при напоре 10 м, не менее	л/с (л/мин)	5,0 (300)
1.18 Минимальный уровень откачки воды из мелководного открытого водоисточника, не менее	мм	15
1.19 Марка погружного насоса		«ГНОМ 16-16»
1.20 Параметры УПТАВ		
1.20.1 Максимальная мощность дизельной горелки, не менее	МВт	2,3
1.20.2 Топливо, объем топливного бака, не менее	Марка л	Дизельное ГОСТ 305-82 500
1	2	3
1.20.3 Производительность при температуре воды 165 °С, не менее	л/с (л/мин)	2,0 (120)
1.20.4 Напор на выходном патрубке при температуре воды 165 °С, не менее/не более	МПа (кгс/см ²)	3,0/4,0 (30/40)
1.20.5 Производительность при температуре воды не более 115 °С, не менее	л/с (л/мин)	4,0 (240)
1.20.6 Напор на выходном патрубке при температуре воды не более 115 °С, не менее/не более	МПа (кгс/см ²)	1,6/4,0 (16/40)

1.20.7 Производительность при температуре воды 300 °С, не менее	л/с (л/мин)	1,38 (83,33)
1.20.8 Давление на выходном патрубке при температуре воды 300 °С, не менее	МПа (кгс/см ²)	10,0 (100)
1.21 Параметры электрогенератора		
1.21.1 Тип генератора	серия	SJ
1.21.2 Система возбуждения		бесщеточная
1.21.3 Номинальное напряжение	В	400
1.21.4 Номинальная частота	Гц	50
1.21.5 Частота вращения	об/мин	1500
1.21.6 Номинальная мощность, не менее	кВт	100
1.21.7 Масса, не более	кг	310
1.22 Параметры осветительной мачты		
1.22.1 Тип привода		Ручной механический
1.22.2 Высота выдвижения от уровня земли, не менее	м	7
1.22.3 Количество и мощность прожекторов на выдвижной мачте	штук/Вт	2/(500+500)
1.22.4 Количество выносных мачт	штук	2
1.22.5 Количество и мощность прожекторов на выносной мачте	штук/Вт	2/(500+500)
1.22.6 Количество и длина кабелей для подключения внешних потребителей	штук/м	2/50
2 Показатели надежности		
2.1 Гамма-процентная ($\gamma = 80\%$) наработка до отказа, не менее	час	1500
2.2 Гамма-процентный ($\gamma = 80\%$) ресурс до первого капитального ремонта, не менее	час	1500
2.3 Срок службы	лет	10
1	2	3
3 Показатели экономного использования топлива*		
3.1 Расход топлива на привод электрогенератора при работе на стационаре в номинальном режиме работы УПТАВ или при подаче электроэнергии внешним потребителям, не более	л/мин (л/час)	0,75 (45)
3.2 Расход топлива на работу УПТАВ в номинальном режиме (расход воды 2 л/с, температура воды 165 °С, давление на выходе 3,0 МПа), не более	л/мин (л/час)	2,25 (135)

3.3 Расход топлива на работу УПТАВ 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)
4 Эргономические показатели		
4.1 Усилие на органах управления, не более	Н (кгс)	150 (15)
4.2 Уровень звука в кабине боевого расчета при движении АПМ, не более	дБА	84
4.3 Внешний уровень звука при движении АПМ, не более	дБА	86
4.4 Температура воздуха в кабине боевого расчета, не менее	°С	15
4.5 Температура воздуха в салоне, не менее		
4.5.1 В зоне головы	°С	10
4.5.2 В зоне ног	°С	16
4.6 Перепад между температурами воздуха в зонах ног и головы	°С	4...6
4.7 Уровень освещенности, не менее:		
4.7.1 Указателей, контрольных и измерительных приборов	лк	20
4.7.2 Кабины боевого расчета	лк	10
4.7.3 Отсеков кузова с ПТВ	лк	10
5 Показатели транспортабельности		
5.1 Габаритные размеры, не более		
5.1.1 Длина	мм	9224±30
5.1.2 Ширина	мм	2500
5.1.3 Высота в транспортном положении (без боевого расчета, воды, с 5-10 л запасом топлива)	мм	3600
1	2	3
5.2 Угол свеса, не менее:		
5.2.1 Передний	град.	32
5.2.2 Задний	град.	16
5.3 Дорожный просвет, не менее	мм	330
6 Показатели безопасности		
6.1 Уровень загазованности в кабине боевого расчета при движении АПМ, не более:		
6.1.1 Азота оксид	мг/м ³	5
6.1.2 Углерода оксид	мг/м ³	20
6.1.3 Углеводороды	мг/м ³	300
6.1.4 Двуокись углерода	мг/м ³	9000