

АВТОМОБИЛЬ ГАЗО-ВОДЯНОГО ТУШЕНИЯ

Кайзер Ю.Ф.¹, Лысянников А.В.¹, Желукевич Р.Б.¹, Малышева Н.Н.¹, Мерко М.А.¹, Кузнецов А.В.², Катаргин С.Н.¹, Меснянкин М.В.¹, Колотов А.В.¹

¹ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», Красноярск, Россия (660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79), e-mail: av.lysyannikov@mail.ru, m.merko@mail.ru

²ФГБОУ ВПО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия (660049, г. Красноярск, пр. Мира, 90), e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

Проведен анализ состояния рассматриваемой проблемы и статистических данных по авариям и пожарам на предприятиях нефтепродуктообеспечения, который показал, что наиболее опасная ситуация возникает при полном разрушении резервуаров, в результате чего образовавшийся поток нефтепродуктов разрушает обвалование и выходит за его пределы, что приводит к катастрофическим последствиям. Представлен результат анализа средств и методов газо-водяного тушения (ГВТ) горящих нефтепродуктов. Определены основные недостатки существующих конструкций автомобилей ГВТ. Разработана модернизированная конструкция автомобиля ГВТ, позволяющая увеличить дальность газо-водяной струи, что обеспечивает возможность тушения резервуаров и воздушных судов (ВС). Автомобиль обладает высокими динамическими качествами, улучшенными эргономическими характеристиками, показателями надежности, проходимостью в условиях бездорожья, способностью по прибытии к месту пожара на ходу подавать огнетушащие вещества (организация атаки в кратчайший срок, учитывая, что чем больше продолжительность пожара, тем больше вероятность его распространения на соседние резервуары), охлаждать водой горящие резервуары, находящиеся на значительном расстоянии, обеспечивает безопасность личного состава и условия для его безошибочных действий. Использование разработанной установки позволит спасательным службам повысить скорость и эффективность тушения пожаров.

Ключевые слова: автомобиль газо-водяного тушения, авария, пожар, нефтепродукты, воздушное судно, срыв пламени, подъемная площадка, турбореактивный двигатель.

CAR GAS-WATER EXTINGUISHING

Kaiser U.F.¹, Lysyannikov A.V.¹, Zelykevith R.B.¹, Malysheva N.N.¹, Merko M.A.¹, Kyznetsov A.V.², Katargin S.N.¹, Mesnyankin M.V.¹, Kolotov A.V.¹

¹Siberian Federal University, Krasnoyarsk, Russia (660041, Krasnoyarsk, Svobodny Prospect, 79), e-mail: av.lysyannikov@mail.ru, m.merko@mail.ru

²Krasnoyarsk state agrarian University, Krasnoyarsk, Russia (660049, Krasnoyarsk, World Prospect, 90), e-mail: kuznetsov1223@yandex.ru

The analysis of the problem and of statistical data on accidents and fires at oil product companies which showed that the most dangerous situation occurs when the total destruction of tanks, resulting in a flow of oil destroys the bonding and beyond, leading to disastrous consequences. The results of analysis of means and methods of gas-water extinguishing (GWE) of burning oil. The main disadvantages of the existing car designs GWE. A new design of the car to extend the range of gas-water jets, allowing extinguishing Sun The car has high dynamic qualities, improved ergonomics, reliability, maneuverability in off-road conditions, the ability to arrival of the fire on the move feeding extinguishing agents (organization attack as soon as possible given that the longer the fire, the more likely it spread into neighboring tanks), cooling water burning tanks located at a considerable distance, ensures the safety of personnel and the conditions for its unmistakable action. The use of the unit will allow the rescue services to improve the speed and effectiveness of firefighting.

Keywords: automobile gas-water extinguishing, accident, fire, oil, aircraft, flameout, platform, turbojet engine.

Техногенные аварии и пожары влекут серьезные негативные социально-экономические последствия, масштабы которых ставят проблемы предупреждения чрезвычайных ситуаций (ЧС), обеспечения безопасности населения, объектов экономики и окружающей природной среды в ряд актуальных вопросов настоящего времени [10].

Особую пожарную опасность представляют предприятия нефтепродуктообеспечения. Пожары нефти и нефтепродуктов в резервуарах являются сложными и крупными, ликвидируются с большим трудом и наносят огромный ущерб. Проведенный анализ статистических данных аварий и пожаров на предприятиях данной специализации показал, что наиболее опасной является ситуация, которая имеет место при полном разрушении резервуаров, так как образовавшийся поток нефтепродуктов (волна прорыва) разрушает обвалование и выходит за его пределы, что приводит к катастрофическим последствиям

[4; 5; 7; 8]. Площадь разлива нефтепродуктов в этом случае может достигать нескольких сотен тысяч квадратных метров [3]. Такие происшествия приводят к масштабным финансовым потерям, загрязнению окружающей среды и к угрозе человеческой жизни.

Согласно статистическим данным, большинство аварий и пожаров при хранении, транспортировке, заправке, сливе и перекачке нефтепродуктов являются следствием ряда последовательных, взаимно связанных ошибочных действий людей, нарушения правил техники пожарной безопасности в процессе производства и недостатков в конструкции технологического оборудования. При этом лишь небольшое число аварий и пожаров зависит от случайности. В частности, до 67% аварий и пожаров, происшедших в различное время на предприятиях химической и нефтехимической промышленности в РФ и за пределами ее территории, было вызвано неисправностью используемого технологического оборудования, контрольно-измерительных приборов и систем автоматического управления. В то же время до 17% аварий и пожаров обусловлено отсутствием систем их предотвращения и противопожарной защиты. Исходя из выше сказанного, можно заключить, что до 84% взрывов и пожаров можно было предотвратить или не допустить [2].

Настоящее исследование проводится с целью модернизации автомобиля газо-водяного тушения (АГВТ) для последующего его применения как для предприятий гражданской авиации, так и для объектов добычи, транспортировки, переработки и хранения нефтепродуктов, расположенных на территории РФ.

Методы исследования, применяемые в настоящей работе, основаны на принципах анализа и синтеза патентно-информационных и литературных источников, опытно-конструкторских и научно-исследовательских разработок, связанных с автомобилями газо-водяного тушения.

Затруднения при тушении нефтепродуктов, газонефтяных фонтанов и воздушных судов в основном связаны с неопределенностью площади горения и наличием высоты пламени. Непосредственно для газонефтяных фонтанов пожарная нагрузка не поддается исчислению, так как под землей нефти может быть большое количество [1]. Ущерб от такого пожара считается очень просто, достаточно знать дебет (отдачу скважины) и умножить его на стоимость нефти, и получим то количество денег, которое сгорит в течение секунды.

В результате анализа существующих методов (рис. 1) [6] и средств тушения нефтепродуктов установлено, что самым действенным,

наиболее приемлемым и экономически выгодным методом является тушение газо-водяной струей, так как основным фактором при тушении нефтепродуктов является срыв пламени. В то же время наиболее эффективным подходом к решению обозначенной проблемы является использование струи отработавших газов с мелкодиспергированной водой, направленной в очаг возгорания, для создания которой используются специализированные автомобили.



Рис. 1. Существующие средства и методы тушения нефтепродуктов.

Автомобили газового тушения, применяемые в РФ, подразделяются на автомобили газо-водяного и углекислотного тушения. Автомобили углекислотного тушения предназначены для тушения пожаров приборов электрооборудования, находящегося под напряжением, очагов горения в труднодоступных местах. Данные автомобили промышленностью России не выпускаются, а изготавливаются в пожарных отрядах для использования в крупных городах. Автомобили газо-водяного тушения применяются для тушения нефтяных и газовых фонтанов, разлившихся нефтепродуктов, для охлаждения оборудования и металлоконструкций. Огнетушащим средством на автомобилях газо-водяного тушения является газо-водяная струя, состоящая из смеси отработавшего газа турбореактивного двигателя и распыленной до мелкодисперсного состояния воды (диаметр капель менее 0,1 мм). Источником отработавших газов служит установленный стационарно на автомобиле отработавший летный моторесурс и капитально отремонтированный турбореактивный двигатель (ТРД). Мелкодисперсная вода в струю отработавшего газа ТРД подается из лафетных стволов, закрепленных на ТРД, и образовавшаяся газо-водяная смесь направляется в очаг горения. Огнетушащий эффект газо-водяной струи заключается в срыве пламени за счет скорости выхлопных газов, понижении температуры в зоне горения и разбавлении горючих паров и газов [9], а распыленные капли воды, испаряясь, связывают кислород воздуха и не дают огню разгореться вновь. Для достижения необходимого давления и водоотдачи АГВТ обвязываются одной или двумя пожарной насосной станцией.

Для рационального тушения пожаров автомобили газо-водяного тушения должны удовлетворять ряду требований:

- 1) базовое шасси должно быть высокой проходимости, так как автомобили данного вида используются в условиях бездорожья;
- 2) турбореактивный двигатель должен иметь большую тягу с достаточно большим количеством отработавших газов;
- 3) направление огнетушащей струи должно регулироваться в вертикальной или горизонтальной плоскостях;
- 4) конструкция автомобиля данного вида должна содержать устройства, обеспечивающие его устойчивость при работе ТРД [6].

Технические характеристики автомобилей газо-водяного тушения, применяемых в РФ, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Технические характеристики автомобилей газо-водяного тушения

Марка АГВТ	Базовый автомобиль	Год выпуска	Марка ГТД	Кол-во ГТД, шт.	Расход топлива ГТД, кг/час
АГВТ-100 (138)	ТАТРА-138	1966	ВК-1	1	---
АГВТ-100 (157К)	ЗИЛ-157	1967-71	ВК-1	1	1000
АГВТ-100 (131) ПМ141	ЗиЛ-131	1971-1974	ВК-1	1	---
АГВТ-150 (375)	Урал-375	1974-1985	Р-118-300	1	1500
АГВТ-300 (138)	КрАЗ-255В	Середина 1970-х	Р11В-300	2	---
АГВТ-150 (131)	ЗиЛ-131	Начало 1980-х	ВК-1	1	---
АГВТ-300 (255В)	КрАЗ-255В	Начало 1980-х	---	2	---
АГВТ-110	ТАТРА-148	1982	---	---	---
АГВТ-150 (4320) ПМ168А	Урал-4320	1985	Р11В-300 от МИГ-21	---	---
АГВТ-100(131)	ЗиЛ-131	Начало 2000-х	ВК-1А	1	1000
АГВТ-150(43114)-01НН	КамАЗ-43114	2001	---	1	1550-1600
АГВТ-150	(Volvo FL 626)	2006	---	1	

АГВТ-200	КрАЗ-63221-023	---	ВК-1А	2	1472
ПСУГВТ-200	ГПС	2006	ВК-1А	2	1840

Анализ данных таблицы 1 показал, что в рассмотренных конструкциях АГВТ имеется следующий ряд недостатков:

- 1) отсутствует возможность поднятия на высоту площадки с установленным ТРД;
- 2) ограниченный сектор поворота;
- 3) повышенный расход топлива;
- 4) машина приспособлена только для тушения или газовых, или нефтяных фонтанов, бьющих под давлением, а тушение разлитого нефтепродукта невозможно;
- 5) недостаточная устойчивость базовых шасси автомобиля.

Для устранения выявленных недостатков необходимо реализовать модернизацию мобильной установки газо-водяного тушения. В качестве базовой была выбрана транспортная машина марки КамАЗ-4310. Использование машины данного вида позволяет существенно расширить сферу применения АГВТ, так как это позволяет применять предлагаемую машину как в местах с проложенным дорожным полотном, например аэропорт, так и в условиях бездорожья. Прототип подъемной площадки предлагаемой разработки взят из конструкции аэродромной универсальной противообледенительной машины (УПМ), используемой для удаления обледенения с поверхности воздушных судов. На подъемной площадке АГВТ размещено технологическое оборудование: бак для воды, авиационный двигатель М-701, бак для авиационного топлива объемом 1,6 м³, кабина управления и система подачи мелкодисперсной воды в струю отработавших газов. Подъемный механизм обеспечивает поднятие площадки совместно с технологическим оборудованием на высоту до 5,4 м. Схематичное изображение модернизированного автомобиля газо-водяного тушения представлено на рис. 2.

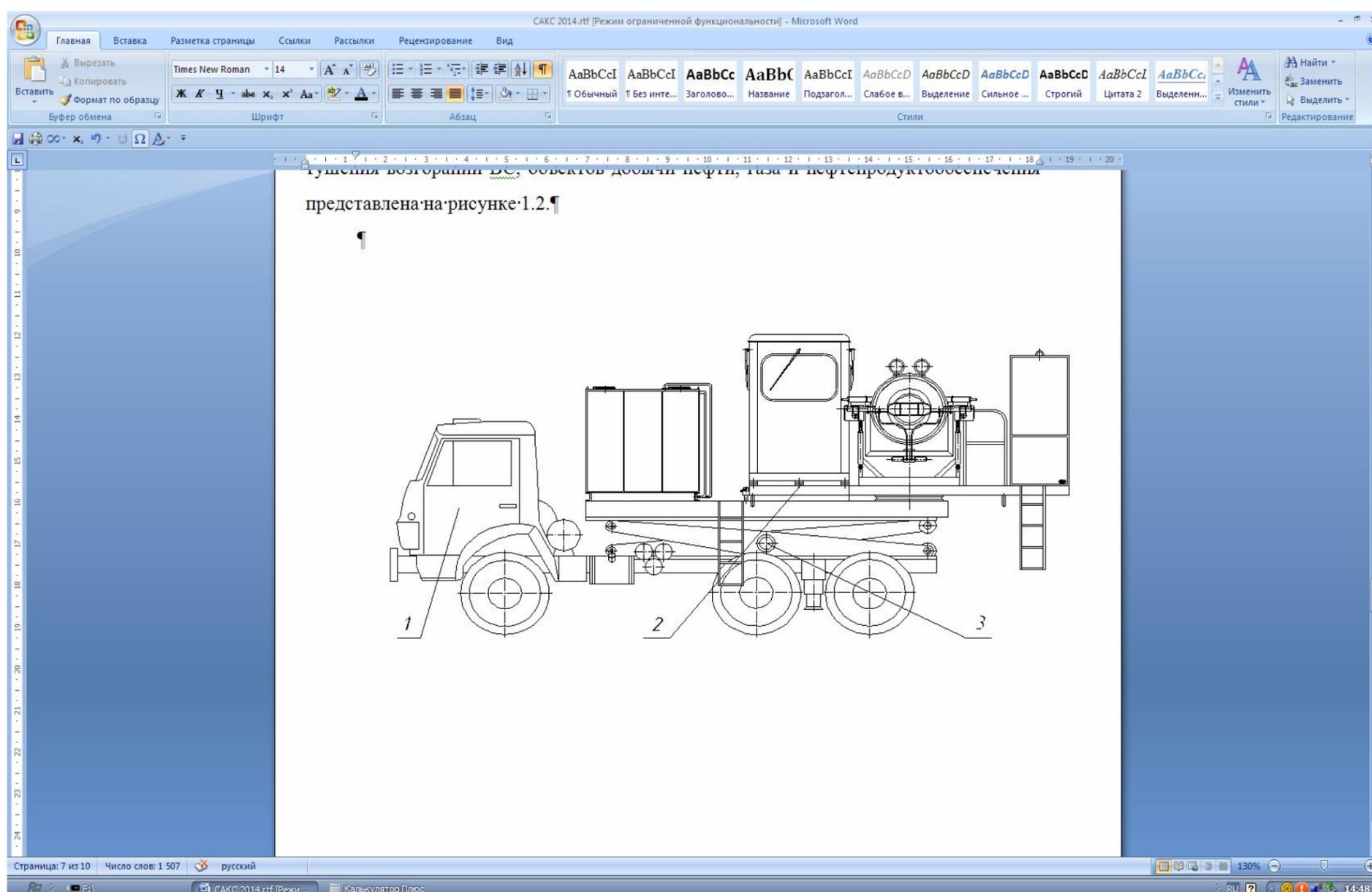


Рис. 2. Схематичное изображение модернизированного АГВТ:

1 – базовая транспортная машина марки КамАЗ-4310; 2 – подъемная площадка с авиационным двигателем М-701; 3 – рама крепления подъемной площадки к базовой транспортной машине.

В результате проведенной модернизации получена мобильная установка газо-водяного тушения, которая обладает повышенной проходимостью, маневренностью, позволяет производить тушение пожаров на высоте свыше 5 м. Угол поворота площадки с авиационным двигателем М-701 в горизонтальной плоскости из среднего положения составляет $\pm 90 \pm 5^\circ$. Угол поворота сопла авиационного двигателя М-701 в вертикальной плоскости из среднего положения составляет $\pm 45 \pm 2^\circ$.

Выполненные расчеты на статическую и динамическую устойчивость при максимальной высоте установки авиационного двигателя М-701 и пустом топливном баке в процессе тушения показали, что коэффициент устойчивости превышает допустимый в 8 раз. Данный запас устойчивости позволяет производить тушение во время движения АГВТ. Подача воды может осуществляться как из внутренних, так

и из внешних источников, таких как автоцистерна, водопровод, резервуар, водоем. Продолжительность непрерывного процесса тушения, исходя из величины расхода топлива авиационного двигателя М-701, составляет 2 часа.

Заключение. В результате проведенной модернизации АГВТ обеспечивается поднятие площадки с установленным авиационным двигателем М-701 на высоту до 5,4 м, что увеличивает дальность газо-водяной струи, обеспечивает возможность ее применения как для объектов добычи, транспортировки, переработки и хранения нефтепродуктов, так и для предприятий гражданской авиации, расположенных на территории РФ. Полученная конструкция АГВТ обладает высокими динамическими качествами, улучшенными эргономическими характеристиками, показателями надежности, проходимость в условиях бездорожья, способностью по прибытии к месту пожара на ходу подавать огнетушащие вещества. Это позволяет организовывать водяные атаки в кратчайший срок, что создает возможность для сокращения времени локализации очага пожара, так как продолжительность пожара увеличивает вероятность его распространения на соседние резервуары или объекты. Модернизированный АГВТ может также использоваться и для охлаждения водой горящих резервуаров, находящиеся на значительном расстоянии, что обеспечивает безопасность личного состава и условия для его безошибочных действий. Использование разработанной мобильной установки позволит спасательным службам России повысить скорость и эффективность тушения пожаров.

Список литературы

1. Безбородько М.Д. Пожарная техника. - М. : Академия ГПС МЧС России, 2004. - 550 с.
2. Горячев С.А., Обухов А.И., Рубцов В.В., Швырков С.А. Основы технологии, процессов и аппаратов пожаровзрывоопасных производств. - М. : Академия ГПС МЧС России, 2003. - 293 с.
3. Кайзер Ю.Ф., Подвезенный В.Н. Динамика сорбции нефти в грунтах // Теория и практика фильтрования : сб. докладов международной конференции. – Иваново : Ивановский государственный химико-технологический университет. - 1998. - С. 72-73.
4. Кайзер Ю.Ф., Подвезенный В.Н. Установка для удаления нефтезагрязненных грунтов // Достижения науки и техники развитию города Красноярска : сб. докладов научно-практической конференции и выставки. – Красноярск, 1997. - С. 120-121.
5. Кайзер Ю.Ф., Подвезенный В.Н. Устройства для снятия поверхностного слоя нефтезагрязненных грунтов // Транспортные средства Сибири. – Красноярск : КГТУ, 1998. - С. 83-89.
6. Кайзер Ю.Ф., Подвезенный В.Н., Кучеренко А.Д. Мобильная установка обеспечения пожаробезопасности службы горюче-смазочных материалов аэропортов / САКС-2002 : тез. докл. Междунар. науч.-практ. конф. (6–7 дек. 2002, г. Красноярск). - Красноярск : Изд-во СибГАУ, 2002. - С. 248-249.
7. Подвезенный В.Н., Кайзер Ю.Ф. Разработка амфибийной установки для ликвидации последствий загрязнения рыхлых грунтов и болотных почв нефтью // Вестник КГТУ [Красноярск]. - 1997. - С. 168-171.
8. Подвезенный В.Н., Кайзер Ю.Ф., Гуревич Ю.В. Воздействие моторных топлив и масел на почву и грунтовые воды // Транспортные средства Сибири. – Красноярск : Институт транспорта и топлив КГТУ, 1996. - С. 134-138.
9. Пивоваров В.В. Рекомендации. Средства пожарной автоматики. Область применения. Выбор типа : разработаны ФГУ ВНИИПО МЧС России. - М., 2004. - 66 с.
10. Швырков С.А. Обеспечение пожарной безопасности нефтебаз ограничением разлива нефтепродуктов при разрушениях вертикальных стальных резервуаров : автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.26.03. – М., 2001. - 22 с.

Рецензенты:

Петровский Э.А., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой технологических машин и оборудования нефтегазового комплекса, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.

Минеев А.В., д.т.н., профессор, заведующий кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин, ФГАОУ ВПО «Сибирский федеральный университет», г. Красноярск.