

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РОБОТОТЕХНИЧЕСКИХ  
КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ ТУШЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ  
ГАЗОЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ**

**THE PROSPECTS OF ROBOTIC COMPLEXES USE FOR AUTOMOBILE  
GAS-FILLING STATIONS FIRE EXTINGUISHING**

*Сотников Д.И.,  
Калач Е.В., кандидат технических наук, доцент,  
Воронежский институт – филиал Ивановской  
пожарно-спасательной академии ГПС МЧС России, Воронеж,  
Тарарыкин А.М., Уральский институт  
ГПС МЧС России, Екатеринбург*

*Sotnikov D.I., Kalach E.V.,  
The Voronezh Institute – the affiliate of Ivanovo  
Fire and Rescue Academy of State Firefighting Service  
of EMERCOM of Russia, Voronezh,  
Tararykin A.M., The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg*

По результатам анализа статистических данных по пожарам и авариям, происходивших на автомобильных газозаправочных станциях, выявлены особенности их тушения. Для обеспечения пожаротушения в условиях возникающих угроз сделано предположение о применимости мобильной робототехнической системы пожаротушения. Проведены оценка и обоснование тактико-технических характеристик, и описаны особенности применения в пожаротушении существующих систем робототехники. Сформулированы технические требования, на основании которых может быть сконструирован опытный образец мобильной роботизированной установки пожаротушения, предназначенной для автомобильных газозаправочных станций.

*Ключевые слова:* робототехнические комплексы, пожар, авария, газозаправочные станции, пожаротушение.

By results of the analysis of statistical data on the fires and accidents happening on automobile gas-filling stations features of their suppression revealed. For ensuring fire extinguishing in the conditions of the arising threats the assumption of applicability of the mobile robotic fire extinguishing system is made. The assessment and justification of tactical technical characteristics and feature of application in fire extinguishing of the existing systems of robotics carried out. Technical requirements based on which the prototype of the mobile robotic installation of fire extinguishing intended for automobile gas-filling stations can designed formulated.

*Keywords:* robotic complexes, fire, accident, gas-filling stations, fire extinguishing.

Топливо-энергетический комплекс играет ключевую роль для России: служит важной частью экономической безопасности страны; формирует почти четверть валового внутреннего продукта;

вносит значительный вклад в установление и развитие внешнеторговых взаимоотношений РФ с другими странами (более 45% производимых в стране первичных энергоресурсов идет на экспорт), а

также в развитие международных энергетических рынков; от экспорта энергоресурсов страна обеспечивает большую часть валютных поступлений.

Развитие энергетического, промышленного и экономического потенциала России зависит от увеличения добычи и переработки газа, нефти и газового конденсата. Газовая отрасль России представляет собой совокупность предприятий, организаций, производственных и иных комплексов, которые технологически, организационно и экономически взаимосвязаны между собой, охватывают систему процессов, включая разведку месторождений (геолого-разведочные работы на суше и морском шельфе), их эксплуатацию, переработку и хранение природного газа, производство искусственного газа, а также транспортировку газа по газопроводам и использование его в различных отраслях экономики.

Надежность эксплуатации газотранспортных систем выдвигает определенные требования к процессам подготовки газов к транспорту. Основное из них: установление точек росы газа по воде и углеводородам, обеспечивающих бесперебойную работу газотранспортных систем с высокими технико-экономическими показателями.

По состоянию на 01.01.2018, добычу природного и попутного нефтяного газа (далее – ПНГ) на территории страны осуществляют 254 добывающих предприятия, в том числе 85 входящих в состав вертикально-интегрированных нефтяных холдингов (ВИНК); 15 дочерних компаний в составе Газпром; 7 структурных подразделений НОВАТЭК; 144 независимых нефтегазодобывающих компании; 3 предприятия, работающие на условиях соглашений о разделе продукции (операторы СРП) [1].

В 2017 г. суммарная добыча газа (природного и попутного нефтяного) в Российской Федерации увеличилась на 8,0 % (+50,9 млрд куб. м к 2016 г.) и достигла рекордного уровня за весь период

существования российской газодобычи – более 650 млрд куб. метров [1].

В настоящее время в Российской Федерации эксплуатируются более 4 000 АГЗС [1, 2], количество которых постоянно увеличивается.

Основным недостатком АГЗС является их повышенная взрывопожароопасность, что связано с наличием большого количества пропанобутановых смесей и их специфическими свойствами, а также определяется наличием оборудования, в котором обращаются СУГ. Подавляющее количество АГЗС характеризуется наличием наземных одностенных резервуаров или автоцистерн различной емкости с рабочим избыточным давлением 1,6 МПа.

По мере распространения и востребованности АГЗС строгое соблюдение норм пожарной безопасности подобных объектов выходит на новый профессиональный уровень. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности устанавливает основные требования пожарной безопасности к объектам защиты, в том числе к АГЗС [4]. Тем не менее, несмотря на соблюдение требований пожарной безопасности, в случае аварийных ситуаций, связанных с пожаром или взрывом, они представляют большую угрозу для жизни людей, оказавшихся в зоне воздействия опасных факторов.

В настоящее время одними из самых опасных видов аварий на объектах нефтегазовой отрасли являются аварии, связанные с возникновением пожаров.

Борьба с пожарами на нефтяных и газовых месторождениях, часто находящихся в труднодоступных регионах, требует привлечения огромных материально-технических ресурсов и может продолжаться длительное время. Пожары на открыто фонтанирующих газонефтяных скважинах являются одними из наиболее сложных видов промышленных аварий.

При этом особенность обстановки при пожаре на данных объектах можно характеризовать следующими параметрами:

– большой скоростью распространения горения в объеме фонтанирующей струи;

– значительной скоростью стабилизации теплофизических параметров;

– возможностью распространения пожара в пределах зоны загазованности и разлива нефти;

– возможностью изменения во времени характера фонтанирования, состава, вида струи и дебита;

– образованием группового фонтанирования на кустах скважин.

Основному этапу ликвидации горящих фонтанов предшествует этап подготовительных работ, в течение которого определяют:

- надежность защиты соседних сооружений;

- возможность эвакуации из опасной зоны ценного оборудования;

- состояние устья скважины и установленного на ней оборудования;

- характер фонтанирования;

- источники водоснабжения и наличие запасов воды [5].

Важным параметром фонтана, определяющим условия и способ тушения, является дебит скважины. Дебит скважины определяет штаб соответствующей организации добычи нефти или газа и выдает данные в штаб организации борьбы с фонтанами [6].

В процессе бурения скважины, при фонтанировании без возгорания, фонтаны могут быть ликвидированы механическим и гидравлическим способами. Первый способ заключается в закрытии потока механическими средствами (закрытие трубного пространства заранее установленным на устье скважины превентором или с помощью специальной аварийной планшайбы, имеющей задвижку и патрубки на резьбе, соответствующей резьбе насосно-компрессорных труб, спускаемых в данную скважину).

Второй – в задавливании скважины тяжелыми растворами (применяют глинистый раствор или соляной раствор,

с помощью которого создается противодействие на продуктивный пласт).

При невозможности ликвидировать открытый фонтан указанными способами применяют взрыв в призабойной зоне в целях обрушения пород в фонтанирующей скважине или пробуривают наклонную скважину к стволу фонтанирующей скважины для отвода газа и нефти.

До настоящего времени тушение пожаров газонефтяных фонтанов может осуществляться следующим образом: мощными водяными струями; струями огнетушащих порошков, подаваемых в факел сжатым газом; газоводяными струями, создаваемыми авиационными турбореактивными двигателями; взрывом мощного сосредоточенного заряда взрывчатого вещества, подвешиваемого вблизи основного факела.

Методы различны, что обусловлено, с одной стороны, исключительной сложностью технической проблемы, многофакторностью и разнообразием конкретных ситуаций на таких пожарах, а с другой – ограниченной эффективностью каждого из этих способов.

Перспективным устройством для пожаротушения являются робототехнические комплексы [7].

При выборе робототехнической системы пожаротушения должны выполняться следующие условия – корпус робота должен быть выполнен из огнестойких и жаропрочных материалов; необходимо наличие устройства дождевания робота; вместительный резервуар для воды; резервуар для огнетушащих веществ; лафетный ствол для подачи огнетушащих веществ в зону возгорания; возможность индивидуального дистанционного управления ходовой частью робота, его лафетным стволом и подачей огнетушащих веществ к очагу возгорания.

В табл. 1 приведены характеристики наиболее распространенных в пожаротушении робототехнических комплексов.

Таблица 1  
Выполнение условий соответствия пожарного робота

№	Ель-4	Ель-10	МРУП	LUF 60	Пеликан
1	предназначен для работы в условиях высоких температур	предназначен для работы в условиях высоких температур	предназначен для работы в условиях высоких температур	предназначен для работы в условиях высоких температур	предназначен для работы в условиях высоких температур
2	есть	есть	нет	нет	дождевание колес
3	водные коммуникации	водные коммуникации	водные коммуникации	водные коммуникации	водные коммуникации
4	водопенные коммуникации, возможно переоснащение под порошковое тушение	водопенные коммуникации, запас водопенного огнетушащего вещества, возможно переоснащение под порошковое тушение	водопенные коммуникации	водопенные коммуникации	водопенные коммуникации
5	есть	есть	есть	есть	есть
6	есть	есть	есть	есть	есть

Анализ характеристик пожарных роботов позволил заключить, что модели МРУП и LUF 60 не имеют в своей комплектации устройства дождевания. В связи с этим, данные модели потребуют дополнительное переоснащения в случае экономической целесообразности. Кроме того, в качестве дополнительных и необходимых особенностей у робототехнического комплекса для пожаротушения следует выделить грузоподъемность в размере, позволяющие установить на корпус робота электромагнит определенной массы; наличие места удобного для закрепления данного электромагнита; возможность проезда пожарного робота по местности с неровным рельефом;

дальность подачи струи воды; дальность управления по радиоканалу связи; скорость передвижения; производительность пожарного насоса.

В табл. 2 приведено сопоставление существующих робототехнических комплексов дополнительным условиям.

Таким образом, установлено, что система «Пеликан» не может переносить грузы, следовательно, не выполняется условие по установке магнита, несмотря на наличие подходящего места.

Пожарные роботы МРУП и LUF60 не предназначены для работы по пересеченной местности и не имеют необходимого места для установки электромагнита.

Таблица 2

*Дополнительные условия для пожарных роботов*

Модель	Ель-4	Ель-10	МРУП	LUF 60	Пеликан
Грузоподъемность	500	1000	600	400 – 600	-
Место для закрепления электромагнита	есть	есть	нет	нет	есть
Возможность проезда по местности с неровным рельефом	есть	есть	нет	нет	есть
Дальность подачи струи воды	50	90	80	60	60
Дальность управления по радиоканалу связи	2000	1500	300	300	150
Скорость передвижения	5	5	8	6	5
Производительность пожарного насоса	4200	4000	2400	2400	1860

Сравнивая варианты пожарных роботов, подходящих под все условия, был сделан выбор в пользу ЕЛЬ-10 на следующих основаниях:

наибольшая грузоподъемность и дальность подачи струи воды в сравнении с вышеуказанными вариантами;

дальность управления по радиоканалу связи обеспечивает в полном объеме безопасность жизни и здоровья людей

(1500 м > 19,52 м – минимальное безопасное расстояние для нахождения людей);

производительность пожарного насоса незначительно отличается от производительности ЕЛЬ-4;

предназначен для работы в условиях пересеченной местности и обладает необходимым местом для установки электромагнита.

**Литература**

1. Коноваленко Н.П. Газовая отрасль России: современное состояние и основные тенденции развития // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2016. Т. 6, № 10А. С. 83-94.

2. Фертикова Ю.В. Тенденции развития газовой отрасли в современной России // Актуальные вопросы экономики и управления: материалы Междунар. науч. конф. (г. Москва, апрель 2011 г.). Т. I. М.: РИОР, 2011. С. 87-89. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/9/564/> (дата обращения: 20.10.2018).

3. Мысак Н.Б., Марченко М.В. Сжиженный природный газ: перспективы развития // Молодой ученый. 2017. № 45. С. 55-57. URL: <https://moluch.ru/archive/179/46327/> (дата обращения: 20.10.2018).

4. Федеральный закон Российской Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (действующая редакция) «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».

5. Помолотова О.В. Методы ликвидации аварий, связанных с открытыми выбросами с возгоранием, при разработке нефтяных месторождений: магистр. дисс. СибГУ, 2017. 97 с.

6. Масаев В.Н. и др. Разработка роботизированного пожарного комплекса для тушения нефтегазовых скважин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017, № 7. С. 185–190.

7. Алешков М.В. и др. Обеспечение пожарной безопасности объектов энергетики путем разработки и применения мобильной робототехники пожаротушения // Пожаровзрывобезопасность /Fire and Explosion Safety. 2018. №27(9). С. 35-49. URL: <https://doi.org/10.18322/PVB.2018.27.09.35-49>.

#### References

1. Konovalenko N.P. Gazovaya otasl Rossii: sovremennoye sostoyaniye i osnovnyye tendentsii razvitiya // Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra. 2016. T. 6. № 10A. S. 83-94.

2. Fertikova Yu.V. Tendentsii razvitiya gazovoy otasli v sovremennoy Rossii // Aktualnyye voprosy ekonomiki i upravleniya: materialy Mezhdunar. nauch. konf. (g. Moskva, aprel 2011 g.). T. I. M.: RIOR. 2011. S. 87-89. URL: <https://moluch.ru/conf/econ/archive/9/564/> (data obrashcheniya: 20.10.2018).

3. Mysak N.B., Marchenko M.V. Szhizhennyy prirodnyy gaz: perspektivy razvitiya // Molodoy uchenyy. 2017. № 45. S. 55-57. URL: <https://moluch.ru/archive/179/46327/> (data obrashcheniya: 20.10.2018).

4. Federalnyy zakon Rossiyskoy Federatsii ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ (deystvuyushchaya redaktsiya) «Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti».

5. Pomolotova O.V. Metody likvidatsii avariyn, svyazannykh s otkrytymi vybrosami s vozgoraniyem, pri razrabotke neftyanykh mestorozhdeniy: magistr. diss. SibGU. 2017. 97 s.

6. Masayev V.N. i dr. Razrabotka robotizirovannogo pozharnogo kompleksa dlya tusheniya neftegazovykh skvazhin // Mezhdunarodnyy zhurnal prikladnykh i fundamenta-lnykh issledovaniy. – 2017. № 7. S. 185–190.

7. Aleshkov M.V. i dr. Obespecheniye pozharnoy bezopasnosti obyektov energetiki-ki putem razrabotki i primeneniya mobilnoy robototekhniki pozharotusheniya // Pozha-rovzryvobezopasnost /Fire and Explosion Safety. 2018. №27(9). S. 35-49. URL: <https://doi.org/10.18322/PVB.2018.27.09.35-49>.