

УДК 622.69; 614.84; 658.5; 629.07; 001.8

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЛЕВЫХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В РФ

¹Серда В.В., ¹Данильченко И.Г., ¹Мельников Д.И., ²Земенкова М.Ю.

¹ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии» Минобороны России,
Москва, e-mail: nio21-25gosnii@yandex.ru;

²ФГБОУ ВО «Тюменский государственный нефтегазовый университет»,
Тюмень, e-mail: muzemenkova@mail.ru

Показана актуальность проблемы оперативного предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций массового характера. Определено проблемное поле при использовании современных технологий при ликвидации массовых пожаров. Работа посвящена решению трех проблемных задач: оперативной доставки воды к очагам горения, рационального использования и учета. Показаны особенности применения различных видов транспорта при чрезвычайных ситуациях, определена экономическая эффективность от совместного использования трубопроводного и автомобильного транспорта. Доказана эффективность нового метода для ликвидации массовых пожаров. При совместном использовании линий трубопровода и пожарных машин повышается оборачиваемость, сокращается время пробега к водосточнику и уменьшается расход горючего. В определенных обстоятельствах может быть уменьшено количество требуемых пожарных машин. Авторами разработана и апробирована методика расчета полевых магистральных трубопроводов, которая позволяет повысить оперативность ликвидации массовых пожаров и решить поставленные задачи.

Ключевые слова: полевые магистральные трубопроводы, массовые пожары, ликвидация, трубопроводный транспорт, чрезвычайные ситуации, экологичность, пожарная безопасность, методика расчета

USE OF FIELD MAIN PIPELINES FOR INCREASE OF FIRE SAFETY IN THE RUSSIAN FEDERATION

¹Sereda V.V., ¹Danilchenko I.G., ¹Melnikov D.I., ²Zemenkova M.Y.

¹FAU «25 State Research and Development Institute of a himmotologiya» of the Ministry
of Defence of the Russian Federation, Moscow, e-mail: nio21-25gosnii@yandex.ru;

²FGBO of higher education «Tyumen State Oil and Gas University»,
Tyumen, e-mail: muzemenkova@mail.ru

Relevance of a problem of the operational prevention and elimination of emergency situations of mass character is shown. The problem field when using modern technologies at elimination of the mass fires is defined. Work is devoted to the solution of three problem tasks: expeditious delivery of water to the centers of burning, rational use and the account. Features of application of different types of transport at emergency situations are shown, economic efficiency from sharing of the pipeline and motor transport is defined. Efficiency of a new method for elimination of the mass fires is proved. When sharing lines of the pipeline and fire trucks turnover increases, the transit time to a water source is reduced and the fuel consumption decreases. In certain circumstances the number of the demanded fire trucks can be reduced. Authors developed and approved a method of calculation of field main pipelines which allows to increase efficiency of elimination of the mass fires and to solve objectives.

Keywords: field main pipelines, mass fires, elimination, pipeline transport, emergency situations, environmental friendliness, fire safety, calculation procedure

В последние годы приобретает всё более острый и актуальный характер проблема предупреждения и ликвидации таких чрезвычайных ситуаций (ЧС), как массовые лесные пожары и возгорания торфяников. Проблема актуальная не только для нашей страны, но и для Испании, Франции, Австралии, Греции, США и других. На территории Российской Федерации почти ежегодно регистрируется более 20 тыс. лесных пожаров, а в некоторые годы (1999, 2002 и 2010) их было в 1,5–2 раза больше. Массовые пожары приводят к человеческим жертвам, наносят ущерб здоровью людей и окружающей среде, чреваты значитель-

ными материальными потерями и нарушением нормальной жизнедеятельности населения. Для ликвидации массовых пожаров государство вынуждено выделять огромные средства, человеческие ресурсы и техники. В критические годы размах и масштабы пожаров настолько велики, что кроме специальных формирований Федерального агентства лесного хозяйства и Министерства по чрезвычайным ситуациям (МЧС) приходится задействовать силы и средства других министерств и ведомств. Так, в 2010 г. в ликвидации лесных и торфяных пожаров принимали участие 166 тыс. человек и 26 тыс. единиц техники, в том числе

от МЧС 129 тыс. человек и 19,3 тыс. единиц техники. От Минобороны были привлечены 8,3 тыс. военнослужащих и 600 единиц специальной техники.

Проблемные задачи при использовании воды как средства борьбы с огнём заключаются в том, как доставить её к очагам горения и при этом рационально использовать и учитывать. Возможность использования для доставки воды в районы ликвидации массовых пожаров транспортных средств (первая задача) определяется их свойствами. Так, в качестве основных могут рассматриваться специальный автомобильный, воздушный и трубопроводный виды транспорта, причём последний – только сборно-разборной конструкции. Все они обладают определёнными преимуществами и недостатками при решении специфических задач. Привлекаемые средства должны удовлетворять ряду требований, таких как максимум транспортной работы в кратчайшее время при минимальных затратах; высокая мобильность и автономность энергоснабжения; возможность многократного использования на разных направлениях и функционирования в любых природно-климатических условиях, на местности с рельефом различной степени сложности; сохранение работоспособности при использовании в непосредственной близости к очагам горения лесов и торфяников и др.

В той или иной мере этим требованиям соответствуют автомобильные и воздушные средства доставки воды и тушения пожаров, а наилучшим образом, особенно с позиций оценки производительности и себестоимости доставки воды к очагам пожаров – полевые магистральные трубопроводы (ПМТ) Министерства обороны Российской Федерации.

Сборно-разборная конструкция и модульность построения технологических схем и линий ПМТ обусловили их высокую эффективность при ликвидации последствий различных ЧС в масштабах страны, хотя их основное, штатное предназначение – транспортировка горючего на большие расстояния в интересах обеспечения войск в особый период. Так, например, в Афганистане в 1980–1989 гг. по двум трубопроводно-складским системам общей протяжённостью более 1200 км войскам было подано свыше 5,4 млн т топлива для реактивных двигателей, дизельного топлива и автомобильного бензина.

В настоящее время на оснащении трубопроводных подразделений Министерства обороны состоят ПМТ диаметров 100 и 150 мм с подачей 1200 и 2500 т/сут соответственно.

Сборно-разборная конструкция, высокие темпы развертывания и свёртывания, возможность перемещения оборудования комплектов трубопроводов с одного направления на другое, быстрая восстанавливаемость при повреждениях, независимость функционирования от климатических и географических условий обеспечивают их успешное применение для подачи горючего войскам в различных видах боевой деятельности.

В 2002 г. Министерство обороны РФ и МЧС утвердили Концепцию применения ПМТ при ликвидации последствий ЧС, где показано, что по экономическим показателям для осуществления одной и той же транспортной работы по подаче воды в зоны массовых лесных пожаров ПМТ эффективнее в сравнении с авиационными средствами (Ил-76ВАП и Ми-26) соответственно в 25 и 43 раза, в сравнении с наливным автомобильным транспортом – в 2 раза [5]. Комплекты ПМТ представляют собой готовые к применению инженерно-технические комплексы, включающие трубы, трубопроводное и вспомогательное оборудование, запорную арматуру, монтажный инструмент и передвижные средства перекачки, которые рассчитаны на многократное использование. Перечисленные характеристики ПМТ предопределили их успешное использование не только в интересах Вооружённых Сил, но и экономики и социальной сферы страны, например, для перекачки нефти в регионах с недостаточно развитой транспортной инфраструктурой и больших количеств воды при ликвидации различных ЧС и массовых пожаров.

В ходе ликвидации пожаров в 2010 г. два трубопроводных батальона развернули для подачи воды 21 линию трубопроводов суммарной протяжённостью 188,5 км при средней длине линии 9 км. При расчётной производительности перекачки по одной линии 2000 т суточная подача всех линий равна 42 тыс. т. Для доставки такого же объёма воды ежесуточно требуется 5250 машинорейсов пожарных автоцистерн марки АЦ8-40. Авторазливочных станций АРС-14 (ёмкость цистерны 2,7 м³) потребуется ещё больше – более 15 тыс. машинорейсов. В европейской части России Министерство обороны выделило для ликвидации пожаров 120 единиц АРС-14 и содержало в готовности и резерве ещё немногим менее 400 единиц. Таким образом, из рассмотренного перечня полевые магистральные трубопроводы – наиболее эффективное средство подачи воды в районы массовых пожаров.

Установлено, что значительный временной и экономический эффект может быть

достигнут при совместной работе полевого магистрального трубопровода и пожарных автомобилей.

В результате обобщения и анализа опыта привлечения ПМТ для подачи воды в районы ликвидации массовых пожаров с 1972 г. и по настоящее время установлено, что наиболее рациональными способами использования подаваемой по линиям ПМТ воды (вторая задача) являются: выдача воды через подключённые к ПМТ рукавные линии и пожарные стволы для непосредственного тушения как лесных, так и торфяных пожаров; заполнение водой автоцистерн, пожарных машин и другой техники для дальнейшего непосредственного тушения пожаров. Способы, связанные с заполнением каналов, рвов и естественных складок местности, не представляют каких-либо сложностей и альтернатив не имеют.

В 2010 г. из 21 линии ПМТ по 18 велась перекачка воды на торфополя и по 3 линиям – в пожарные водоёмы. Для непосредственного тушения лесных пожаров линии ПМТ неоправданно не использовались, хотя имелись предпосылки к более эффективной реализации их возможностей. Так, например, в зависимости от соединения рабочих колёс насоса штатной передвижной насосной установки ПНУ-100/200М и от протяжённости линии ПМТ трубопровод может обеспечить работу до 6–7 рукавных линий с пожарными стволами типов РС-50, РС-70, СРК-50 и других (табл. 1).

надёжно подавлены очаги горения. Из-за несоблюдения этого положения на середину августа 2010 г. при тушении пожаров пришло в негодное состояние 559 комплектов напорных рукавов Д-51 и 116 комплектов напорных рукавов Д-66. Ущерб составил 2780 тыс. руб. [2]. Для совместного использования рукавных линий и трубопроводов необходимо изготовление переходников от линий ПМТ к пожарному оборудованию, что является простейшей задачей для промышленных предприятий [1]. Практически невостребованным в 2010 г. оказался и такой способ использования подаваемой по трубопроводам воды, как развёртывание в конечных или промежуточных пунктах линий ПМТ наливных стояков для заполнения ёмкостей пожарных машин и автоцистерн. Эти простейшие сооружения монтируются в короткие сроки из штатного оборудования комплектов ПМТ. При совместном использовании линий трубопровода и пожарных машин повышается «оборачиваемость» последних, сокращается время пробега к водисточнику и уменьшается расход горючего. В определённых обстоятельствах может быть даже уменьшено количество требуемых пожарных машин. Так, на расстоянии в 10 км, при «плече» доставки воды в 9 км, радиус пробега пожарных машин от наливного стояка составит 1 км, а при отсутствии линии трубопровода со стояком в конечном пункте – 10 км. При работе на расстоянии 9 км по трубопроводу ПМТП-150

Таблица 1

Показатели работы ПНУ-100/200М при подаче воды на пожарные рукава со стволами

Частота вращения вала двигателя, мин ⁻¹	Подача, м ³ /ч/количество подключаемых стволов при длине линии трубопровода, км					
	4	6	8	10	12	14
Последовательное соединение рабочих колёс насоса 4Н-6х2А						
1500	–	–	–	–	121/5	113/5
1300	–	–	118/5	109/4	102/4	95/4
1100	117/5	105/4	95/4	87/4	81/3	76/3
Параллельное соединение рабочих колёс насоса 4Н-6х2А						
1700	168/7	139/6	120/5	107/4	98/4	92/4
1500	142/6	117/5	101/4	90/4	82/3	76/3
1300	115/4	94/4	81/3	71/3	65/3	62/2
1100	82/3	67/3	58/2	52/2	47/2	44/2

Для тушения торфяных пожаров к трубопроводу через переходники могут подключаться рукавные линии и пожарные стволы целевого применения ТС-1 и ТС-2, с помощью которых тушатся пожары с глубиной прогорания торфа до 2 м. Рукавные линии можно прокладывать только там, где

перекачивающая станция горючего ПСГ-160 и насосная установка ПНУ-100/200М (частота вращения вала двигателя 1300 мин⁻¹) обеспечивают круглосуточно подачу воды с производительностью 120 м³/ч [6]. Обслуживающий персонал при круглосуточной работе – 16 человек (6 – на средствах

перекачки, 6 – на стояке, патрульно-аварийная команда с водителем – 4). При работе только в светлое время суток потребность в персонале снижается до 6 человек (2 на средствах перекачки и патрульно-аварийная команда с водителем – 4). Для автоцистерны АЦ8-40 (штатный расчёт 7 человек) скорость движения по лесным дорогам принята равной 25 км/ч. Производительность собственного насоса при заполнении цистерны и при выдаче воды на лафетный ствол – 40 л/с, или 144 м³/ч (2,4 м³/мин). Вместимость цистерны 8 м³. Несложный расчёт показывает (табл. 2), что потребность в машинах АЦ8-40 при доставке воды на расстояние 10 км в 4,5 раза больше, чем при заполнении ёмкостей из стояков, расположенных на удалении 1 км от очага пожара.

Эффективность предлагаемого способа увеличится, если учесть экономию горючего для техники от работы в ночное время, потребности в персонале, амортизационным расходам на технические средства.

Учёт количества воды – важная задача при мониторинге ликвидации ЧС: для наливных машин контролируется количество рейсов и доставленной воды, для – авиации количество вылетов, для ПМТ – количество перекачанной воды в течение определённого отрезка времени или на установленное время суток. В со-

став комплектов ПМТ не входят счётчики жидкости в потоке. При развёртывании и эксплуатации трубопровода по целевому предназначению учёт перекачанного горючего ведётся по счётчикам или по замерам в стационарных резервуарах в начальных, промежуточных и конечных пунктах (базы и склады горючего) трубопроводной системы. Следовательно, сведения о количестве перекачанной воды, которые подавались в течение многолетней истории привлечения трубопроводных частей и подразделений к ликвидации пожаров, носили довольно приблизительный характер. Объяснить это можно тем, что до последнего времени не существовало простой и легко реализуемой методики расчёта производительности перекачки, да и сама обстановка острейшего дефицита времени не позволяла выполнять сложные расчёты.

В настоящее время разработана и проверена методика, реализуемая на персональном компьютере [6]. Адекватность методики проверена по данным практических учений с полевыми магистральными трубопроводами ПМТП-150 и ПМТБ-200, когда в линиях ПМТ в исследовательских целях устанавливались счётчики типа НОРД-150-64 и СЖ-100-1,6. Относительные погрешности при расчётах по разработанной методике не превышают 5%.

Таблица 2

Расход времени при работе машин АЦ-8-40, мин

Операция	Забор воды из водоёма	Налив воды из стояка
Следование к месту забора воды (25 км/ч, 10 или 1 км)	24	3
Развёртывание, свёртывание всасывающих рукавов	20	–
Забор (налив) воды с учётом подъезда и отъезда	26	9
Следование к очагу пожара	24	3
Подача воды на тушение пожара (лафетный ствол)	8	8
Итого	102	22

Таблица 3

Оценка производительности перекачки по линиям трубопроводов (доклад/расчёт)

Линия ПМТ	Длина, км	Давление, кгс/см ²	Подача, т/сут		Погрешность
			доклад	расчёт	
Карьер Насосный – торфяник	7,8	7	3100	1615	1,92
р. Ока – окраина торфяника	23,0	14	3600	1300	2,77
р. Ока – полигон «Машиностроение»	7,0	14	3600	2527	1,42
р. Поля – торфяник	9,7	11	3200	1841	1,74
оз. Уржинское – Кр. болото	6,5	8	3200	1927	1,66
оз. Святое – торфяник	21,0	9	2000	1069	1,87
р. Нерль – п. Мирный	9,8	20	2200	2556	0,86

Актуальность внедрения такой методики подтверждается результатами расчетов (табл. 3), где показана погрешность (в основном – в сторону преувеличения), в докладах о производительности перекачки по некоторым линиям ПМТ при ликвидации пожаров в 2010 г. Исходными данными являются: длина линии ПМТ, его диаметр, давление в начальном и конечном пунктах, высотные отметки этих пунктов [3–4, 6, 7–9]. Программа и методика, наряду с другими программами, методиками и примерами расчётов по использованию ПМТ при подаче воды для ликвидации массовых пожаров, включена в издание [6].

Подводя итоги, можно считать, что три проблемные задачи, касающиеся использования полевых магистральных трубопроводов при ликвидации массовых пожаров, к настоящему времени имеют решения. Во-первых, полевые магистральные трубопроводы являются наиболее мощным средством подачи воды для ликвидации чрезвычайных ситуаций такого рода. Во-вторых, использование ПМТ в сочетании с пожарными автомобилями и рукавными линиями позволяет намного повысить эффективность действий по борьбе с огненной стихией. Наконец, в-третьих, разработанная методика определения производительности перекачки позволит объективно оценивать вклад трубопроводных подразделений в многотрудную задачу борьбы с массовыми пожарами.

Список литературы

1. Акт испытаний трубопровода ПМТП-150 при воздействии стрелкового оружия, гранат, накладных зарядов взрывчатых веществ и зажигательных средств типа «напалм». – Белебей: в/часть 67930, 1977.
2. Итоги служебной деятельности за неделю. Проблемные вопросы // Тезисы доклада заместителя Министра обороны РФ генерал-полковника Д.В. Булгакова, 16.08.2010.
3. Основы эксплуатации гидравлических систем нефтегазовой отрасли: учебное пособие / год общ. ред. Ю.Д. Земенкова. – Тюмень: Вектор Бук, 2012. – 402 с.
4. Резервирование энергоресурсов для обеспечения надежности системы газоснабжения / Земенков Ю.Д., Акулов К.А., Васильев Г.Г. и др. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2006. – 244
5. Середва В.В., Мельников Д.И., Шахраманьян М.А., Братков А.А. Концепция применения полевых сборно-разборных трубопроводов Минобороны РФ при ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера. – М.: ВИНТИ, 2003. – № 4. – С. 104.
6. Середва В.В., Данильченко И.Г., Мельников Д.И., Голеницкий А.И. Инструкция по использованию полевых магистральных трубопроводов в интересах Министерства обороны и экономики страны для подачи воды при ликвидации

последствий чрезвычайных ситуаций (Организационно-технические рекомендации). – М.: Два капитана, 2013. – 127 с.

7. Торопов С.Ю., Земенков Ю.Д., Подорожников С.Ю. Повышение экологической надежности ремонта трубопроводов в сложных природно-климатических условиях // Газовая промышленность. – М.: ООО «Газойл пресс», 2015. – № S720 (720). – С. 95–98.

8. Шантарин В.Д., Земенкова М.Ю. Структуры воды в механических полях // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2015. – № 3. – С. 126–133.

9. Шантарин В.Д., Ярославова С.Б. Структурно-функциональные компоненты в обеспечении экологической безопасности России // Нефть и газ западной Сибири: материалы Междунар. научно-техн. конф. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2011. – С. 119–123.

References

1. Akt ispytaniy truboprovoda PMTP-150 pri vozdeystvii strelkovogo oruzhija, granat, nakladnyh zarjadov vzyvchatykh veshhestv i zazhigatelnykh sredstv tipa «napalm». Belebej: v/chast 67930, 1977.
2. Itogi sluzhebnoj dejatelnosti za nedelju. Problemnye voprosy//Tezisy doklada zam.Ministra oborony RF D.V. Bulgakova, 16.08.2010 g.
3. Osnovy jekspluatacii gidravlicheskih sistem neftegazovoj otrasli: uchebnoe posobie/ Pod obshh.red. Ju.D.Zemenkova.-Tjumen: «Vektor Buk», 2012. 402 p.
4. Rezervirovanie jenergoresursov dlja obespechenija nadezhnosti sistemy gazosnabzhenija / Zemenkov Ju.D., Akulov K.A., Vasilev G.G. i dr. Tjumen: TjumGNGU, 2006. 244
5. Sereda V.V., Melnikov D.I., Shahramanjan M.A., Bratkov A.A. Konceptija primenenija polevyh sborno-razbornykh truboprovodov Minoborony RF pri likvidacii chrezvychajnykh situacij prirodnogo i tehnogenного haraktera. M: VINITI, 2003, no. 4. pp. 104.
6. Sereda V.V., Danilchenko I.G., Melnikov D.I., Golenickij A.I. Instrukcija po ispolzovaniju polevyh magistralnykh truboprovodov v interesah Ministerstva oborony i jekonomiki strany dlja podachi vody pri likvidacii posledstvij chrezvychajnykh situacij (Organizacionno-tehnicheskie rekomendacii). M.: Dva kapitana, 2013. 127 p.
7. Toropov S.Ju., Zemenkov Ju.D., Podorozhnikov S.Ju. Povyshenie jekologicheskoy nadezhnosti remonta truboprovodov v slozhnykh prirodno-klimaticheskikh uslovijah // Gazovaja promyshlennost. M.: ООО «Gazojl press», 2015, no. S720 (720), pp. 95–98.
8. Shantarin V.D., Zemenkova M.Ju. Struktury vody v mehanicheskikh poljah // Izvestija vysshih uchebnykh zavedenij. Neft i gaz. Tjumen:TjumGNGU, 2015. no. 3. pp. 126–133.
9. Shantarin V.D., Jaroslavova S.B. Strukturno-funkcionalnye komponenty v obespechenii jekologicheskoy bezopasnosti Rossii // Neft i gaz zapadnoj Sibiri. Materialy Mezhdunar. nauchno-tehn. konf. Tjumen:TjumGNGU, 2011. pp. 119–123.

Рецензенты:

Торопов С.Ю., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень;

Соколов С.М., д.т.н., профессор, ФГБОУ ВПО «Тюменский государственный нефтегазовый университет», г. Тюмень.