

УДК 614.84

v.k.ekb@yandex.ru

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ  
ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ СНИЖАЮЩЕГО  
ВОЗДЕЙСТВИЕ ОПАСНЫХ ФАКТОРОВ ПОЖАРА ПРОЛИВА  
НА ЛИНЕЙНОЙ ЧАСТИ МАГИСТРАЛЬНОГО НЕФТЕПРОВОДА**

**EXPERIMENTAL SUBSTANTIATION OF AN ENGINEERING SOLUTION  
TO REDUCE THE IMPACT OF HAZARDOUS FACTORS OF THE STRAIT  
FIRE ON THE LINEAR PART OF THE MAIN OIL PIPELINE**

*Назаров В. П., доктор технических наук, профессор,  
Артемов А. С., Академия ГПС МЧС России, Москва  
Кокорин В. В., кандидат технических наук, доцент,  
Уральский институт ГПС МЧС России, Екатеринбург,  
Шахманов Ф. Ф., кандидат технических наук,  
Главное управление МЧС по Республике Башкортостан, Уфа*

*Nazarov V. P, Artemov A. S.,  
Academy of State fire service of EMERCOM of Russia, Moscow,  
Kokorin V. V.,  
The Ural Institute of State Firefighting Service of Ministry  
of Russian Federation for Civil Defense, Yekaterinburg,  
Shakhmanov F. F.,  
The main Department of the Ministry of emergency situations  
in the Republic of Bashkortostan, Ufa*

Приведены результаты эксперимента, обосновывающего предлагаемое инженерно-техническое решение по снижению пожарного риска участков линейной части магистральных нефтепродуктопроводов, имеющих высокую степень опасности, за счет создания узкой полосы обвалования вдоль опасного участка. Эксперимент доказывает, что изменением геометрической формы поверхности пожара пролива можно снизить воздействие таких опасных факторов, как тепловой поток и повышенная температура окружающей среды.

*Ключевые слова:* магистральный трубопровод, риск-ориентированный подход, опасные факторы пожара, пожар пролива, тепловое излучение.

The results of an experiment substantiating the proposed engineering solution to reduce the fire risk of sections of the linear part of the main oil pipelines with a high degree of danger due to the creation of a narrow strip of debris along the hazardous section are presented. The experiment proves that by changing the geometric shape of the surface of a strait fire, it is possible to reduce the effects of such dangerous factors as heat flux and elevated ambient temperature.

*Keywords:* main pipeline, risk-based approach, fire hazard factors, fire Strait, thermal radiation.

В последнее время, в связи с расширением границ городских и сельских муниципальных образований, имеются случаи сокращения расстояний от оси магистрального трубопровода до зданий,

сооружений различного назначения [1, 2]. В качестве решения этой проблемы предлагается внедрение риск-ориентированного подхода к формированию требований пожарной безопасности

линейной части магистральных трубопроводов [3]. Снизить пожарный риск участков линейной части магистральных нефтепродуктопроводов [4], имеющих высокую степень опасности, предлагается за счет дополнительных противопожарных мероприятий. Одним из таких мероприятий является создание узкой полосы обвалования вдоль опасного участка магистрального трубопровода, проложенного вблизи населенного пункта. В целях обоснования представленного инженерно-технического решения был проведен ряд экспериментов, направленных на оп-

ределение зависимости воздействия опасных факторов пожара от геометрической формы поверхности горения.

Эксперименты проводились 4 июля 2019 года на территории учебно-тренировочного полигона одной из пожарно-спасательных частей г. Уфы и состояли из двух основных блоков:

- 1) горение жидкости в противнях, расставленных в одну линию (рисунок 1);
- 2) горение жидкости в противнях, расставленных в форме прямоугольника (рисунок 2).



а)

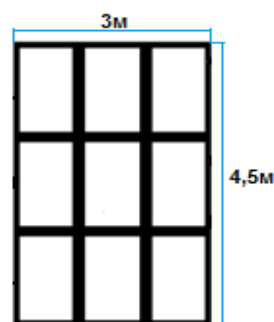


б)

Рисунок 1. Расположение противней в одну линию:  
а) на территории полигона, б) схема расстановки



а)



б)

Рисунок 2. Расположение противней в форме прямоугольника:  
а) на территории полигона, б) схема расстановки

Эксперименты проводились следующим образом.

В каждый из девяти противней (размеры 1500x1000x200 мм) наливалось 30 л холодной воды и 3 л смеси бензина АИ-92 с ДТ (летним) в соотношении 2/5.

Противни размещались на территории учебно-тренировочного полигона в зависимости от блока проводимого исследования: либо в линию, либо в форме прямоугольника (рисунок 3). На расстоянии 2 и 4 м от исследуемых емкостей с ЛВЖ

устанавливались два металлических листа (№ 1 и № 2 соответственно) в вертикальном положении (размеры 2020x1000x1 мм), в отверстиях которых на высоте 1,75 м закреплялись термопары. Снятие показаний температуры с термопар производилось в процессе экспериментов в автоматическом режиме с интервалом каждые 20 сек. Для получения дополнительных показателей использовались тепловизор

марки Testo 875i и приборы фото- видео- фиксации, установленные на расстоянии 10 м от исследуемых емкостей.

В момент проведения экспериментов температура воздуха была плюс 23 °С, атмосферное давление 740 мм рт. ст., ветер слабый (0–4 м/с) юго-восточного направления, относительная влажность воздуха 56 %.



Рисунок 3. Ход проведения экспериментов: а) первый блок, б) второй блок

Основные результаты измерений, полученных термопарами, представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1  
Результаты температуры нагрева, полученные термопарами в первом блоке экспериментов

Номер металлического листа (расст. до противня)	Температура нагрева листа в зависимости от времени горения жидкости, °С								
	0 с	20 с	40 с	60 с	80 с	100 с	120 с	140 с	160 с
№ 1 (2 м)	25 °С	48 °С	72 °С	62 °С	45 °С	34 °С	33 °С	33 °С	31 °С
№ 2 (4 м)	25 °С	31 °С	39 °С	42 °С	38 °С	33 °С	33 °С	32 °С	31 °С
Номер металлического листа (расст. до противня)	Температура нагрева листа в зависимости от времени горения жидкости, °С							Высота пламени, м	
	180 с	200 с	220 с	240 с	260 с	280 с	300 с		
№ 1 (2 м)	30 °С	затух	затух	затух	затух	затух	затух	Средн. – 2,5	
№ 2 (4 м)	28 °С	затух	затух	затух	затух	затух	затух	МАХ – 3,5	

Таблица 2  
 Результаты температуры нагрева, полученные термопарами  
 во втором блоке экспериментов

Номер металлического листа (расст. до противня)	Температура нагрева листа в зависимости от времени горения жидкости, °С								
	0 с	20 с	40 с	60 с	80 с	100 с	120 с	140 с	160 с
№ 1 (2 м)	25 °С	31 °С	67 °С	71 °С	74 °С	60 °С	45 °С	40 °С	38 °С
№ 2 (4 м)	25 °С	29 °С	40 °С	74 °С	60 °С	45 °С	34 °С	30 °С	31 °С
Номер металлического листа (расст. до противня)	Температура нагрева листа в зависимости от времени горения жидкости, °С							Высота пламени, м	
	180 с	200 с	220 с	240 с	260 с	280 с	300 с		
№ 1 (2 м)	35 °С	30 °С	29 °С	затух	затух	затух	затух	Средн. – 4,0	
№ 2 (4 м)	29 °С	27 °С	25 °С	затух	затух	затух	затух	МАХ – 6,5	

В процессе проведения каждого блока экспериментов замеры температуры нагрева осуществлялись так же и при помощи тепловизора. Снятие показаний производились в четырех точках каждого

вертикального металлического листа (М1, М2, М3 и т. д.) в автоматическом режиме. Полученные результаты были обработаны в программном обеспечении IRSofttesto (рисунок 4).

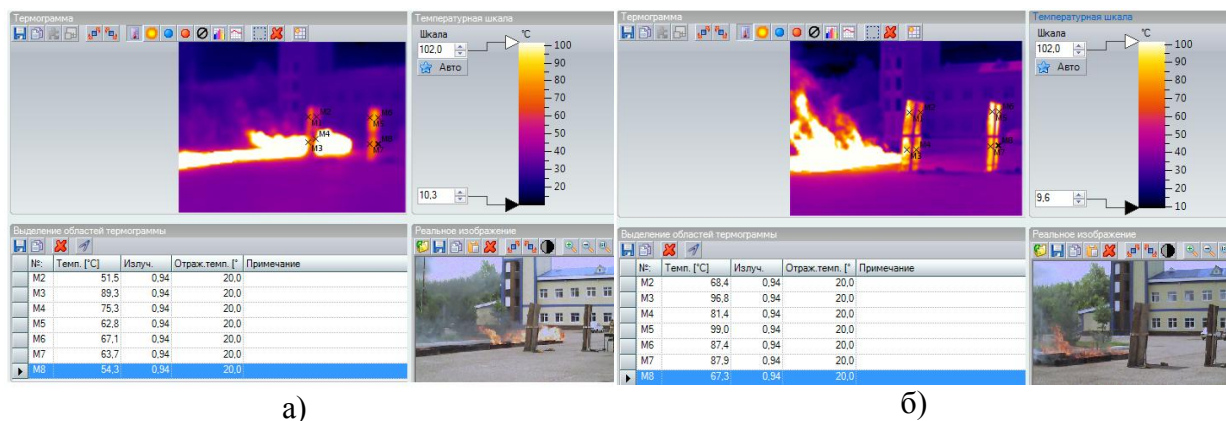


Рисунок 4. Обработка результатов в IRSofttesto:  
 а) первый блок, б) второй блок

Обработанные результаты измерений, полученные тепловизором на 120 с, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты температуры нагрева, полученные тепловизором на 120 с

Номер блока экспериментов	Температура нагрева листа, °С							
	Металлический лист № 1, (2 м от противня)				Металлический лист № 2, (4 м от противня)			
	<i>M1</i>	<i>M2</i>	<i>M3</i>	<i>M4</i>	<i>M5</i>	<i>M6</i>	<i>M7</i>	<i>M8</i>
Первый	60,9	51,5	89,3	75,3	62,8	67,1	63,7	54,3
	Средн. – 69,25				Средн. – 61,98			
Второй	99,4	68,4	96,8	81,4	99,0	87,4	87,9	67,3
	Средн. – 86,5				Средн. – 85,4			

На основании ряда проведенных исследований было установлено, что результаты, полученные во втором блоке экспериментов, значительно превосходят результаты первого блока по следующим показателям:

- высота пламени,
- продолжительность горения,
- температура нагрева,
- интенсивность излучения пламени.

Таким образом, можно сделать однозначный вывод, что характер повреж-

дения конструкций, расположенных вблизи пожара, напрямую зависит от геометрических форм поверхности горения. Для снижения воздействия опасных факторов пожара необходимо применять различные инженерно-технические решения, направленные на предотвращение растекания горючей жидкости по территории, в частности создание узкой полосы обвалования вдоль опасного участка линейной части магистрального трубопровода, проложенного вблизи населенного пункта.

### Литература

1. Приказ МЧС России от 24.04.2013 № 288 «Об утверждении свода правил СП 4.13130 «Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требование к объемно-планировочным и конструктивным решениям».
2. СП 36.13330.2012. Магистральные трубопроводы. М., 2012. 83 с.
3. Категорирование линейных участков магистральных трубопроводов по степени пожарного риска / А. В. Фомин, Ф. Ф. Шахманов, А. С. Артёмов // Наука и образование в XXI веке: теория, методология, практика: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 3. Уфа, 2019. С. 72–77.
4. Аналитический обзор пожаров, произошедших на объектах нефтегазовой отрасли республики Башкортостан / В. П. Назаров, А. С. Артёмов, Ф. Ф. Шахманов // Инновационные научные исследования в современном мире: материалы международной научно-практической конференции. Ч. 1, 23 мая 2019 г. Уфа, 2019. С. 80–86.
5. Методы определения площади пролива нефтепродуктов на горизонтальную поверхность / В. В. Кокорин и др. // Технологии техносферной безопасности. 2017. № 2 (72). С. 130–134.

### References

1. Prikaz MCHS Rossii ot 24.04.2013 № 288 «Ob utverzhdenii svoda pravil SP 4.13130 «Sistemy protivopozharnoj zashchity. Ogranichenie rasprostraneniya pozhara na ob"ektah zashchity. Trebovanie k ob"yomno-planirovochnym i konstruktivnym resheniyam».
2. SP 36.13330.2012. Magistral'nye truboprovody. M., 2012. 83 p.
3. Kategorirovanie linejnyh uchastkov magistral'nyh truboprovodov po stepeni pozharnogo riska / A. V. Fomin, F. F. SHahmanov, A. S. Artyomov // Nauka i obrazovanie v XXI veke: teoriya, metodologiya,

praktika: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. CH. 3, 4 oktyabrya 2019 g. Ufa: Izd. NIC Vestnik nauki, 2019. – P. 72–77.

4. Analiticheskij obzor pozharov proizshedshih na ob"ektah neftegazovoj otrasli respubliki Bashkortostan / V.P. Nazarov, A.S. Artyomov, F.F. SHahmanov // Innovacionnye nauchnye issledovaniya v sovremennom mire: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii. CH. 1, 23 maya 2019 g. – Ufa: Izd. NIC Vestnik nauki, 2019. – P. 80–86.

5. Metody opredeleniya ploshchadi proliva nefteproduktov na gorizontal'nyu poverhnost' / V. V. Kokorin et al // Tekhnologii tekhnosfernoj bezopasnosti. 2017. № 2 (72). P. 130–134.