

МЕТОД ЛОКАЛИЗАЦИИ ПЛАМЕНИ ГОРЯЩЕЙ СКВАЖИНЫ**Барановский А. Г.****научный руководитель доцент, канд. техн. наук Безверхая Елена Владимировна*****Институт нефти и газа Сибирский федеральный университет***

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.

Предлагаемый в данной статье метод позволяет локализовать пламя горячей скважины при помощи факельного зонта, подвешенного над источником возгорания. Зонт формирует направленное движение горящих масс и создает условия для регулирования таких параметров пожара как высота и диаметр пламени, границы безопасных расстояний для людей и механизмов.

При локализации пламени проводятся следующие работы. Вокруг горячей скважины размещаются водометы (брандспойты) и по их готовности к направленному дождеванию, начинают работы по выдвигению факельной трубы (зонты). На нижнем конце трубы устанавливают конусообразный зонт для сбора и направления пламени в трубу. На механической стреле специальной гусеничной тележки крепят вертикально факельную трубу таким образом, чтобы основной язык пламени вошел в конусообразный зонт. С этого момента начинается процесс дождевания факельной трубы, предохраняя ее и стрелу от накаливания. После того, как факельную трубу установят, и в нее устремится пламя, производят крепление трубы на трех якорях с помощью оттяжек и их регулирование. Якоря стремятся размещать вокруг скважины так, чтобы угол между осью скважины (факельной трубы) и двумя якорями в горизонтальной плоскости равнялся 120° . [1] Такое приспособление дает возможность уменьшить область теплового воздействия вблизи устья скважины, тем самым, обеспечивая возможность работы персонала по герметизации устья с помощью герметизирующих шарниров.

Первая плита шарнира навешивается на боковой фланец (или зальсину) крестовика. Достигается это с помощью 1-2 болтов с укороченной шестигранной головкой. Эти болты имеют также внутреннюю осевую резьбу (концентрическую), используемую для закрепления второй плиты. После жесткого закрепления первой плиты на нее насаживается другая (ответная) плита, на которой жестко с помощью небольших прихватов сваркой закреплена задвижка (или кран высокого давления) с патрубком 1- 1,5 м. На одном из таких патрубков рядом с фланцем устанавливается краник под манометр.

Шарнирность достигается с помощью специального пальца, который после достижения соосности петель (втулок) обеих плит сверху ставится в рабочее положение. Крепление шарнира производится при его открытом положении. Затем быстро закрывают шарнир при открытой задвижке: пламя устремляется через задвижку в патрубок, имеющий завернутый вверх конец для создания тяги. Для центровки плиты используют регулировочные винты, вмонтированные в первую плиту на специально сделанных выступах.

После посадки уплотнительного кольца производят затяжку резьбовых соединений, используя специальные ключи. То же самое проделывают и со вторым боковым отводом крестовика. Закрывание верхнего фланца аналогично предыдущим. Однако сам поворот верхней плиты и ее посадка осуществляются с помощью двух оттяжек: одна закрывает,

другая тянет в противоположную сторону во избежание резкого удара, что может привести к поломке шарнира. [1]

Целью расчета и факельного зонта является обоснование скоростей и объемов проходящих по ним горящих газов (расчет самотяги (S)) и его параметров – диаметра ($D_{\text{тру}}$) и длины трубы ($H_{\text{тру}}$).

$$S = H_{\text{тру}} \cdot g \left(\rho_{\text{в}} \frac{273}{273 + T_{\text{в}}} - \rho_{\text{г}} \frac{273}{273 + T_{\text{г}}} \right) \frac{B}{760}$$

где $H_{\text{тру}}$ – длина вытяжной трубы, м,

g – ускорение свободного падения, м/с²;

$\rho_{\text{в}}$ – плотность воздуха, кг/м³,

$\rho_{\text{г}}$ – плотность продуктов сгорания, кг/м³,

$T_{\text{г}}$ – температура продуктов сгорания, °С,

$T_{\text{в}}$ – температура воздуха, °С,

B – минимальное барометрическое давление данного района, мм.рт.ст.[2]

При этом, для правильной работы зонта должно соблюдаться условие $S \geq 2-5$ мм.рт.ст.

В качестве факельной трубы вследствие доступности (наличия на промысле) и экономии времени можно рекомендовать использовать насосно-компрессорные или обсадные трубы. Таким образом, определится диаметр верхней части факельного зонта, однако его можно посчитать и по формуле:

$$D_{\text{тру}}^y = \sqrt{\frac{4V_{\text{тру}}}{\pi\omega_{\text{вых}}}}, \text{ м}$$

где $V_{\text{тру}}$ – объемный расход продуктов сгорания через трубу при температуре их в выходном сечении, м³/с (охлаждение продуктов сгорания в дымовой трубе не учитывается),

$\omega_{\text{вых}}$ – скорость продуктов сгорания на выходе из дымовой трубы. [3]

На открытых пожарах к опасным факторам, влияющих на условия труда, относится излучение пламени. Мощность или интенсивность излучения определяет допустимое время пребывания и границы зон, в которых могут проводиться те или другие виды аварийно-спасательных работ.

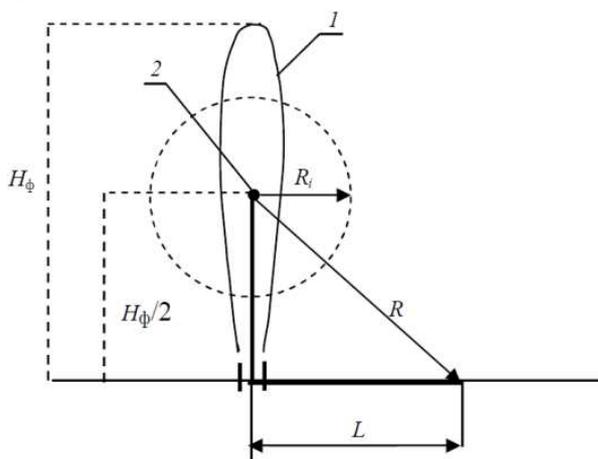


Рис. 1 Модель для расчета мощности излучения пламени. 1- поверхность пламени фонтана; 2- точка, излучающая тепловую энергию в единицу времени такую же, как и весь факел.

При расчёте мощности лучистого теплового потока в зависимости от расстояния до устья скважины рассматривается следующая схема (рис. 1).

Поверхность пламени фонтана (1) заменяем точкой (2), расположенной над устьем на $\frac{1}{2}$ высоты факела, и излучающей тепловую энергию в единицу времени такую же, как и весь факел.

$$Q_{л} = \eta_{л} \cdot Q_{н} (1 - \eta_{х}) \cdot V, \text{ кВт}$$

где $Q_{н}$ - низшая теплота сгорания смеси газов, кДж/м³;

$\eta_{л}$ – теплопотери излучением пламени;

$\eta_{х}$ – химический недожог (доли от низшей теплоты сгорания), м³/с.

Теплопотери излучением газового фонтана могут быть определены по уравнению

$$\eta_{л} = 0,048\sqrt{M}$$

где M – средняя молекулярная масса газовой смеси, кг/кмоль.

Определение молекулярной массы (M) фонтанирующего газа, состоящего из нескольких компонентов, можно провести по соотношению:

$$M = \frac{1}{100} \cdot \sum M_i \cdot \varphi_i$$

где M_i – молекулярная масса i -го компонента, кг/кмоль;

φ_i – содержание i -го компонента в смеси, %

Это излучение воспринимается поверхностью шара

$$S = 4\pi R^2, \text{ м}^2$$

С возрастанием радиуса шара интенсивность излучения снижается, так как возрастает поверхность, воспринимающая это излучение (рис.2).

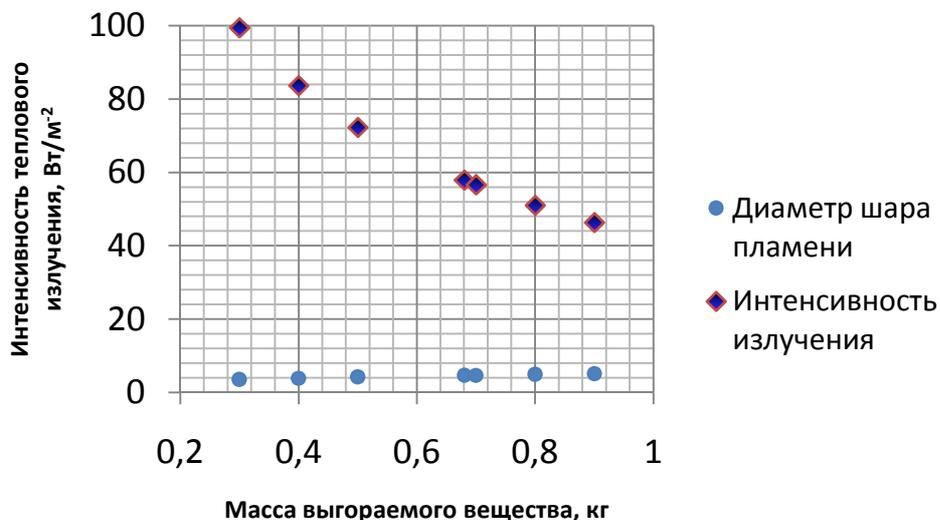


Рис.2. Влияние размера диаметра шара пламени на интенсивность тепловыделения поверхности излучения.

Согласно рис. 1 и известной теореме Пифагора для расчёта мощности теплового потока, поступающего на поверхность земли, в уравнении проведена замена R на ее составляющие:

$$R^2 = \left(\frac{H}{2}\right)^2 + L^2.$$

Таким образом, мощность лучистого теплового потока от пламени на различных расстояниях от устья скважины может быть рассчитана по уравнению:

$$q_{л} = \frac{Q_{л}}{S} = \frac{\eta_{л} \cdot Q_{н} (1 - \eta_{х}) \cdot V}{4\pi \cdot \left[\left(\frac{H}{2}\right)^2 + L^2\right]} = \frac{\eta_{х} \cdot q_{н}}{4\pi \left[\left(\frac{H}{2}\right)^2 + L^2\right]}.$$

В результате расчетов по этой формуле можно получить границы зон по условиям работы личного состава. Характеристики этих зон приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Характеристика зон по условиям работы личного состава

Границы зон	Макс плотность теплового потока на границе зоны, кВт/м ²	Последствия теплового воздействия				Характеристика зон по условиям работы личного состава
		На человека	На технику			
			Металлическое оборудование	Деревянные элементы	Резина, одежда, ткань	
I	4,2	Болевые ощущения через 20 с	Без видимых изменений			Можно находиться и выполнять физ работу длительное время без спецснаряжения
II	8,4	Появление волдырей через 20 с	Вспучивание краски	Разложение	Обугливание	-
III	10,5	-	Обугливание краски	Загорание	Загорание	-
IV	14	-	Обугливание краски	Загорание	Загорание	Можно выполнять физ работы не более 5 мин в теплозащитном снаряжении под распылением водяных струй

Увеличение силы тяги вытяжной трубы позволит изменить форму пламени на более вытянутую в вертикальном направлении (увеличится радиус R), что обеспечит поднятие центра пламени, а значит и поднятие наиболее его горячих участков на столько, что станет возможным проведение ремонтно-монтажных работ.

Таким образом, поскольку размеры факельной трубы и уровень ее подвески определяют силу тяги вытяжного зонта, которая, в свою очередь, влияет на интенсивность излучения приземного участка пламени, то можно сделать следующий вывод: регулируя эти параметры можно изменять величину мощности лучистого теплового потока в зоне ведения аварийно-спасательных работ. Это обеспечит уменьшение размеров опасных зон для человека и механизмов, уменьшит время локализации пламени на горящей скважине.

Приведенным способом ликвидированы пожары более чем на 60 скважинах Северо-Кавказского региона, но за все прошедшее время не было выявлено численных закономерностей между параметрами зонта и формированием теплового поля пламени.

Используемая литература:

1. Булчаев Н.Д., Безверхая Е.В. Способ герметизации устья горячей нефтяной скважины [Текст]//Газовая промышленность. –2011. -№4/658. –С.85-87
2. Эстеркин Р.И. Промышленные котельные установки: Учебник для техникумов – 2-е изд., переработ. и доп. – Л.: Энергоатомиздат. [Текст]//Ленингр. отд-ние, 1985. - 400с.
3. Расчет сечения дымовой трубы. [Текст] <http://stovemaster.msk.ru/?p=255>
4. Андросов А. С. Расчет основных параметров горения и тушения пожара газового фонтана [Текст]// Курсовая работа по дисциплине «Физико-химические основы развития и тушения пожаров». – 2011.
5. Алгоритм расчёта вытяжного зонта. [Текст] <http://econom.misis.ru>