

## ЛИТЕРАТУРА

1. Грінченко Є.М., Виноградов С.А. Про можливість гасіння нафтогазових фонтанів за допомогою ультразвуменів рідини//Об'єднання теорії і практики—залог підвищення боєздатності оперативно-рятувальних підрозділів. Матеріали наук.-техн. конфер.—Харків:УЦЗУ,2008.—200 с.
2. Михеев В.П. Газовое топливо и его сжигание.—Л.:Недра,1966. 327с
3. Атанов Г. А. Гидроимпульсные установки для разрушения горных пород.- К.:Вища школа, 1987.- 155 с.
4. Атанов Г. А. Внутренняя баллистика гидропушки и импульсного водомета: Дис...д-ра физ. - мат. наук: 01.02.05. - Донецк, 1977.- 220 с.

## ОСОБЕННОСТИ СОЗДАНИЯ ОБЪЁМНЫХ ШЛАНГОВЫХ ЗАРЯДОВ

Д.П. Дубинин, С.В. Говаленков

г. Харьков, Украинский научно-исследовательский институт  
пожарной безопасности

Одним из методов локализации низовых лесных пожаров наземными подвижными средствами тушения, является расширение минерализованной полосы взрывным способом с применением газонаполненных шланговых зарядов. Диаметр объёмного шлангового заряда задается исходя из условий плотности энергии взрыва на 1 погонный метр заряда и возможности распространения самоподдерживающейся детонации в оболочке заданного диаметра. Для каждой смеси имеется критический объем, при котором возможно самоподдерживающееся развитие детонации. Размер данного объёма зависит от чувствительности смеси к детонации, которая в свою очередь может быть охарактеризована длиной детонационной ячейки. Для расчета критического диаметра  $D_{кр}$  облака, при котором возможно распространение детонации в неограниченном объёме, используется выражение:  $D_{кр} = 20 \cdot \lambda$ , (1), где  $\lambda$  - характерная длина детонационной ячейки. На размер детонационной ячейки влияют: начальное давление во взрывчатой смеси, соотношение топлива к окислителю, наличие других химических веществ в смеси. С отклонением от состава смеси в сторону детонационных пределов, длина детонационной ячейки возрастает. Причем, возрастание может произойти более чем в 10 раз. В результате, происходит возрастание критического диаметра облака для заданной топливовоздушной смеси также на порядок. Поэтому, надежное распространение детонации топливовоздушной смеси в оболочке малого диаметра будет обеспечено только в случае формирования смеси, близкой к стехиометрическому составу. Данное условие ужесточает требования к системе заполнения оболочки топливовоздушной смесью.

Исходя из размеров детонационной ячейки по выражению (1) рассчитаем минимальный диаметр объёмного шлангового заряда (табл. 1). Из

полученных данных следует, что возможно создание объёмных шланговых зарядов диаметром до 0,5 м., в случае применения в качестве топлива водорода и ацетилена, диаметром до 1 м., – этилена, диаметром до 2 м., – этана, пропана и н-бутана.

Таблица 1. Минимальный диаметр объёмного шлангового заряда в зависимости от топливной смеси

Топливо с воздухом	$\lambda$ , мм	Минимальный диаметр объёмного шлангового заряда $D_{\text{мин}}$ , м
H <sub>2</sub>	15,9±2	0,32
CH <sub>4</sub>	500±80	10
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	13,6±1,6	0,27
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	39±6	0,78
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	88±14	1,76
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	72±12	1,44
н-С <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	85	1,7

В качестве оболочки объёмных шланговых зарядов возможно применение существующих в промышленности материалов. Так, по ГОСТ 10354-82 производится полиэтиленовая пленка в виде сложенной оболочки полушириной по  $l_1 = 1,5$  м и  $l_2 = 2$  м. В результате надувания данной оболочки формируется шланговый заряд диаметром  $D$ :

$$D = \frac{2 \cdot l}{\pi} \quad (2)$$

Отсюда получим, что из пленки полушириной 1,5 м образуется заряд диаметром  $D_1 \approx 0,95$  м, а из 2 м -  $D_2 \approx 1,3$  м. Для расчета топлива, необходимого для формирования стехиометрической смеси, требуется знать объём  $V$  смеси в 1 погонном метре оболочки:

$$V = \frac{l^2}{\pi} \text{ [м}^3\text{/(пог. м)]}. \quad (3)$$

Из выражения (3) получим, что для заполнения оболочки из полиэтиленовой пленки полушириной 1,5 м требуется  $V_1 \approx 0,72$  м<sup>3</sup>/(пог. м), а из 2 м -  $V_2 \approx 1,27$  м<sup>3</sup>/(пог. м).

Минимальный объем топлива можно рассчитать по эквивалентной энергии взрыва зарядов, которые применяются для локализации и тушения лесных пожаров. Так, шнуровой заряд типа ЭШ-1П представляет собой профилированный эластичный шнур с эффективным диаметром 0,022 м и заполненный гексогеном, плотность которого равняется 1052 кг/м<sup>3</sup>. Для данного взрывчатого вещества теплота взрыва составляет 5447 кДж/кг. Отсюда получим, что на 1 погонный метр данного заряда выделяется энергия, равная  $Q_{\text{вз}} = 2180$  кДж/(пог. м).

Таблица 2 Пределы детонации и воспламенения (об.%) топливовоздушных смесей [2]

Топливо	Пределы детонации в замкнутом объёме		Пределы детонации в неограниченном объёме		Пределы воспламенения	
	нижний	верхний	нижний	верхний	нижний	верхний
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	2,87	12,20	4,0	9,2	3,0	12,4
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2,57	7,37	3,0	7,0	2,1	9,5
<i>n</i> – C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	1,98	6,18	2,5	5,2	1,8	8,4
<i>n</i> – C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	1,45	2,85			0,95	
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	3,32	14,70			2,7	36,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	3,55	10,40	3,5	8,5	2,4	11,0
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	4,2	50,0			2,5	80,0

Для расчета энергии взрыва объемного шлангового заряда, кроме исходного объёма смеси, необходимо знать удельную теплоту сгорания топлива  $Q_T$  (табл. 3) и массовую долю топлива в смеси, которая может сгореть в результате химической реакции в данной смеси. Используя данные по энергии взрыва конденсированных шланговых зарядов  $Q_{вз}$  и удельную теплоту сгорания топлива  $Q_T$ , определим расход топлива на создание 1 погонного метра объемного шлангового заряда по формуле:

$$W_{T\_экв} = Q_{вз} / Q_T \text{ [кг/(пог. м)]}. \quad (4)$$

Таблица 3 Расход топлива на создание объемных шланговых зарядов с плотностью энергии взрыва, эквивалентной заряду ЭШ-1

Топливо	Удельная теплота сгорания топлива $Q_T$ , кДж/кг	Расход топлива $W_{T\_экв}$ , кг/(пог. м)
H <sub>2</sub>	142868	0,015
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	49900	0,044
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	47300	0,046
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	47500	0,046
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	46400	0,047

Полученные значения расхода топлива позволяют предположить, что метод тушения пожаров объёмным взрывом может быть малозатратным, а установка по созданию минерализованных полос может быть компактной и мобильной.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нетлетон М. Детонация в газах: [монография] / Нетлетон М. ; пер. с англ. – М.: «Мир», 1989. – 278, [1] с.
2. Murray S.B. Fuel-air explosives // Proceeding of Meeting the challenge defense research at Suffield. – 15-20 June 2003. – Canada. – P.60-73.
3. ГОСТ 10354-82: Пленка полиэтиленовая. Технические условия.