

Мызенко Д.В.
Студент
Мельникова Т.В.
доц. каф. ПБиЗЧС
ИАиС ВолгГТУ
Россия, Волгоград

АНАЛИЗ ПОЖАРОВЗРЫВООПАСНЫХ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Аннотация: статья посвящена анализу пожаровзрывоопасных свойств компонентов природного газа, сопоставлению экспериментальных данных с расчётными.

Ключевые слова: природный газ, пожаровзрывоопасные свойства, концентрационные пределы воспламенения.

Myzenko D.V.
Student
Melnikova T.V.
associate professor of the department PBiZCHES
IAandS VolgGTU
Russia, Volgograd

ANALYSIS OF FIRE AND EXPLOSION HAZARDOUS PROPERTIES OF NATURAL GAS COMPONENTS

Abstract: the article is devoted to the analysis of fire and explosion hazardous properties of natural gas components, comparison of experimental data with calculated ones.

Keywords: natural gas, fire and explosion properties, flammable concentration limits.

Топливные минеральные ресурсы используются человечеством для удовлетворения материальных и культурных потребностей общества. Такие энергетические источники, как нефть, уголь, ядерное топливо и т. д. в процессе добычи, подготовки, эксплуатации, хранения и утилизации оказывают негативное влияние на состояние окружающей природной среды и здоровье человека. Так природный газ является одним из «наиболее чистым» видом топлива, в отличие от других источников энергии

Природный газ это смесь газов, основную часть которых составляет метан (CH₄), этан (C₂H₆), пропан (C₃H₈), бутан (C₄H₁₀).

Определим являются ли компоненты природного газа горючими веществами, используя формулу (1).

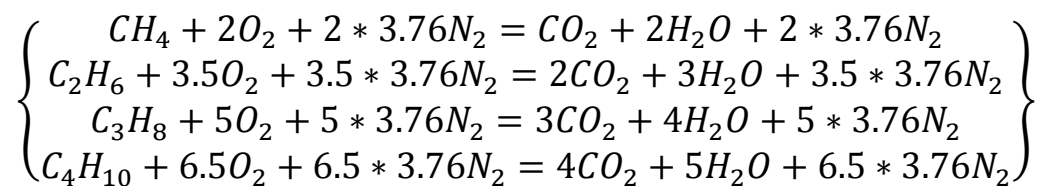
$$K = 4 * n(C) + 4 * n(S) + n(H) + n(N) - 2 * n(O) - 2 * n(Cl) - 3 * n(F) - 4 * n(Br) \quad (1)$$

где: n(C), n(S), n(H), - число атомов углерода, серы, водорода, азота,

$n(N), n(O), n(Cl)$, кислорода, хлора, фтора и брома в молекуле
 $n(F), n(Br)$ вещества

Расчеты показали, что все вещества входящие в состав смеси являются горючими: этан ($K=14$), метан ($K=8$), пропан ($K=20$), бутан ($K=26$), так как коэффициент горючести ($K \geq 1$).

Реакцию горения смеси природного газа можно описать следующими стехиометрическими уравнениями:



Пожаровзрывоопасные свойства природного газа определяются областью воспламенения в воздухе (концентрационными пределами воспламенения), температурой горения, скоростью распространения пламени и др.

Согласно литературным данным [1], критические условия воспламенения смеси (нижний и верхний концентрационный предел воспламенения) равны $\varphi_H = 5\%$; $\varphi_B = 15\%$.

Однако эти значения относительно условны, определим из расчетным методом по аппроксимационной формуле, для каждого элемента смеси в отдельности:

$$\varphi_{H(B)} = \frac{100}{a*n+b} \% \quad (2)$$

где: n - число молей кислорода, необходимое для полного сгорания одного моля горючего вещества

a и b - константы, имеющие определенные значения для нижнего и верхнего пределов, в зависимости от значения n

В результате расчётов концентрационные пределы распространения пламени составили: Метан ($\varphi_H = 4.5\%$; $\varphi_B = 27.3\%$); Этан ($\varphi_H = 2.85\%$; $\varphi_B = 16.7\%$); Пропан ($\varphi_H = 2.07\%$; $\varphi_B = 12\%$); Бутан ($\varphi_H = 1.6\%$; $\varphi_B = 9.4\%$). Построим график концентрационных пределов распространения пламени, по которому видно, что значения их источников являются линией тренда для природного газа.

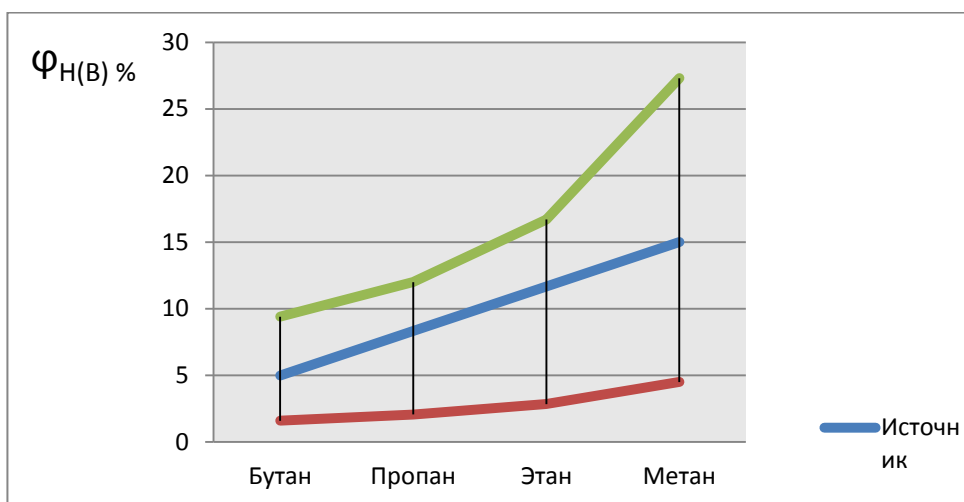


Рис 1. Концентрационные пределы распространения пламени.

Вещества, входящие в состав природного газа имеют свойство самовоспламеняться (возгораться без источников зажигания). Исходя из значений числа и средней длины углеродных цепей, определим температуру самовоспламенения, используя формулы:

$$m = \frac{M_p * (M_p - 1)}{2} \quad (3)$$

где: M_p - число концевых функциональных групп (метил (-CH₃), гидроксил (-OH) и фенил (-C₆H₅))

$$l_{cp} = \frac{\sum ni * li}{\sum ni} \quad (4)$$

где: l_{cp} - средняя длина углеродных цепей;

Основываясь на значениях средней длины цепи, найдем температуру самовоспламенения с помощью расчетного метода по формуле:

$$T_{\text{СВ}} = 300 + 116 * \sqrt{5 - l_{\text{ср}}}, \quad l_{\text{ср}} \leq 5 \quad (5)$$

Расчеты показали, что температура самовоспламенения метана 532 °С, этана 500,9 °С, пропана 490°С, бутана 464°С. По средней длине цепи температуру самовоспламенения так же можно найти по справочным данным, для метана 712 °С, этана 712 °С, пропана 496°С, бутана 743°С.

Сравнивая расчётные значения, со значениями из справочных данных, видны расхождения в значениях при определении температуры самовоспламенения. Для наглядности построим график зависимости температуры самовоспламенения от молярной массы вещества.

Молярная масса: $M(\text{CH}_4) = 16$ г/моль; $M(\text{C}_2\text{H}_6) = 30$ г/моль;

$M(\text{C}_3\text{H}_8) = 44$ г/моль; $M(\text{C}_4\text{H}_{10}) = 58$ г/моль.

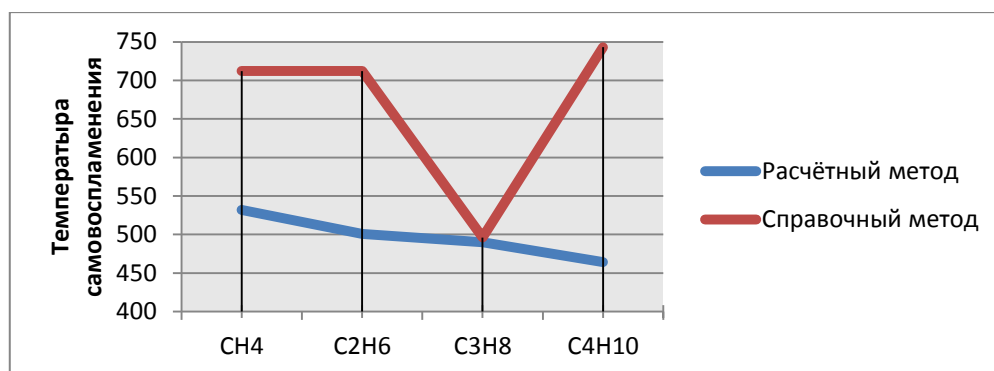


График 2. Зависимость температуры самовоспламенения от молярной массы вещества.

Таким образом, результаты исследований показали расхождения между расчетными и справочными величинами показателей пожаровзрывоопасности природного газа.

Библиографический список

1. Свойства вредных и опасных веществ обращающихся в нефтегазовом комплексе/ / С.Б. Ошеров, А.Н. Белоусов - М.: ВНИИПО, 2005.П 44 М-во образования и науки Рос. Федерации, Волгогр. гос.
2. Теория горения и взрыва : методические указания к курсовой работе архит.-строит. ун-т ; сост. Т.В. Мельникова. – Волгоград :ВолгГАСУ, 2014. – 41 с.
3. Флоровская, В. Н. Углеродистые вещества в природных процессах : избранные труды : монография / В. Н. Флоровская. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 225 с