

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

**ЗАВИСИМОСТЬ КОНЦЕНТРАЦИОННЫХ ПРЕДЕЛОВ
ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ЭТИЛОВОГО СПИРТА ОТ СОДЕРЖАНИЯ
1, 1, 2-ТРИФТОРТРИХЛОРЭТАНА**

А. Я. Корольченко, В. Н. Цап, А. С. Бобков, Ю. Н. Шебеко, А. В. Иванов
(Балашиха)

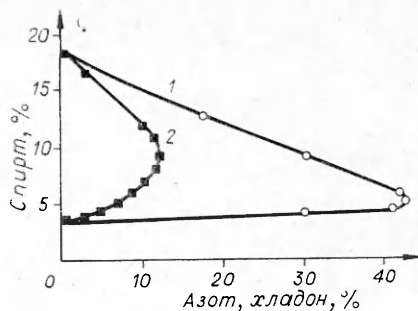
В последнее время большое внимание уделяется изучению предельных условий распространения пламени в смесях горючих веществ с флегматизаторами, что обусловлено потребностями практики и возрастанием интереса к природе предельных явлений при воспламенении. Однако большинство количественных данных относится к таким флегматизаторам, как азот, водяной пар, углекислый газ [1, 2], в то время как влияние на пределы распространения пламени практически важных флегматизаторов — хладонов, изучено недостаточно.

Исследовано влияние добавок 1, 1, 2-трифтортрихлорэтана (хладона-113) на пределы распространения пламени в смесях паров этилового спирта с воздухом. Эксперименты проводились на приборе КП, подробное описание которого дано в работе [3]. В связи с тем, что давление паров этилового спирта при комнатной температуре не позволяет достичь концентраций, соответствующих верхней ветви кривой флегматизации, прибор КП нагревался до температуры 70°C. Для обеспечения герметичности силффоношарнирных муфт и кранов применена высокотемпературная смазка ВНИИ НП-282. Герметичность прибора КП проверялась путем измерения повышения давления в вакуумированной системе прибора. Допустимым считался режим, когда давление в течение 10 мин не повышалось более чем на 0,3 кПа.

В опытах использованы: этиловый спирт — ректификат с содержанием примесей органических примесей 0,1% (по массе) и хладон-113 с содержанием примесей менее 0,1%. Зависимость концентрационных пределов воспламенения этилового спирта от содержания хладона-113 представлена на рисунке. Здесь же для сравнения показана кривая флегматизации паров этилового спирта азотом, построенная по данным [2]. Из рисунка видно, что хладон-113 значительно более эффективный флегматизатор, чем азот.

С увеличением концентрации флегматизатора в смеси происходит увеличение нижнего и уменьшение верхнего пределов распространения пламени вплоть до точки флегматизации, где смыкаются обе ветви кривой флегматизации. Содержание хладона-113 в этой точке определяет минимальную флегматизирующую концентрацию ϕ_f , которая равна 11,8% (по объему), а содержание кислорода — минимальное взрывоопасное содержание кислорода для смеси этанол — хладон-113 — воздух, составляющее 16,8%.

В работе [4] показано, что точкам флегматизации тройных смесей вида *n*-алканы — воздух — азот и *n*-спирты — воздух — азот соответствуют смеси, стехиомет-



Влияние азота (1) и хладона-113 (2) на концентрационные пределы воспламенения этилового спирта в воздухе.

рические по отношению к сгоранию до CO и H₂O. При этом концентрации горючего φ_r и флегматизатора φ_ϕ связаны соотношением

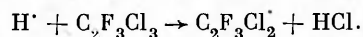
$$\varphi_r = \frac{100 - \varphi_\phi}{1 + 4,844\beta}, \quad (1)$$

где φ_r — стехиометрическая концентрация этанола при сгорании до CO и H₂O при концентрации флегматизатора в смеси φ_ϕ ; 4,844 — коэффициент, определяемый концентрацией кислорода в воздухе; $\beta = n_C/2 + n_H/4 - n_O/2$ — стехиометрический коэффициент кислорода в реакции горения до CO и H₂O; n_C , n_H , n_O — число атомов C, H, O в молекуле горючего.

По-видимому, взаимосвязь (1) между концентрациями горючего и флегматизатора в экстремальной точке области воспламенения обусловлена особенностями химической кинетики горения органических веществ в воздухе. Согласно [5], скорость горения и пределы распространения пламени в смесях органических соединений с воздухом определяются реакцией окисления окиси углерода и определяют взаимосвязь концентраций горючего и флегматизатора в экстремальной точке области воспламенения. В этом случае соотношение (1) должно выполняться для широкого круга флегматизаторов, в частности для галоидсодержащих.

В настоящей работе на примере кривой флегматизации этанола хладон-113 проверена взаимосвязь (1) концентраций горючего и флегматизатора в экстремальной точке области воспламенения. Согласно экстремальным данным, $\varphi_\phi = 11,8\%$, отсюда $\varphi_r = 8,2\%$. Экспериментальное значение концентрации горючего в точке флегматизации составляет 9%, т. е. принцип, сформулированный в работе [4], оказывается приблизительно верным не только для случая флегматизации азотом, но и для такого флегматизатора, как хладон-113.

Тот факт, что вычисленные с помощью соотношения (1) значения φ_r лежат ниже экспериментальных, обусловлен, по-видимому, частичным окислением водорода, входящего в молекулу горючего, до HCl в результате взаимодействия с хлором, входящим в молекулу флегматизатора. Одним из возможных актов образования HCl при горении органического вещества в воздухе в присутствии хладона-113 может быть реакция [6, 7]



Однако полный механизм такого дополнительного окисления, вероятно, достаточно сложен и в настоящей работе не рассматривался.

Поступила в редакцию
29/VIII 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. H. F. Coward, G. W. Jones. Limits of Flammability of Gases and Vapors. Bulletin 503. Bureau of Mines, Washington, 1952.
2. M. G. Zabetakis. Flammability Characteristics of Combustible Gases and Vapors. Bulletin 627, Bureau of Mines. Washington, 1965.
3. В. Т. Моныхов. Методы исследования пожарной опасности веществ. М.: Химия, 1979.
4. А. Масек. Comb. Sci. Tech., 1979, 24, 1/2, 43.
5. А. И. Розловский, Б. Б. Брандт. Докл. АН СССР, 1962, 145, 6, 1331.
6. G. Dixon-Lewis, R. J. Simpson. 16-th Symp. (International) on Comb. Pittsburgh, 1976.
7. А. И. Розловский. Основы техники взрывобезопасности при работе с горючими газами и парами. М.: Химия, 1980.

К ВОПРОСУ О ЗАВИСИМОСТИ МЕЖДУ ДАВЛЕНИЕМ И ВРЕМЕНЕМ ГОРЕНИЯ ПОРОХА В ПОСТОЯННОМ ОБЪЕМЕ

М. С. Горохов
(Ижевск)

Зависимость между давлением и временем горения пороха в закрытом объеме представляет интерес не только с прикладной стороны, но и в теоретическом отношении, так как, будучи построена на совокупности основных допущений, она позволяет непосредственным сопоставлением с опытной кривой судить о степени достоверности упомянутой совокупности допущений.