

4. В. В. Белый. Докл. АН СССР, 1971, 201, 6.  
 5. А. Р. Абульханов, В. В. Белый, В. Б. Либрович. Докл. АН СССР, 1974, 215, 6.  
 6. Космонавтика/Под ред. В. П. Глушко. М.: Советская энциклопедия, 1970.

## ВЛИЯНИЕ ИНЕРТНЫХ РАЗБАВИТЕЛЕЙ И НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ НА НОРМАЛЬНУЮ СКОРОСТЬ ПЛАМЕНИ СМЕСЕЙ ХЛОРА С УГЛЕВОДОРОДАМИ

А. В. Стеблев  
(Москва)

До настоящего времени влияние инертных разбавителей и начальной температуры на нормальную скорость пламени смесей хлора с углеводородами не изучено. Этот вопрос существен для ряда задач, например при расчете критических параметров различных систем взрывозащиты технологического оборудования, в котором обращаются взрывоопасные парогазовые смеси и др.

Настоящая работа посвящена изучению влияния инертных разбавителей ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{He}$ ) и начальной температуры на нормальную скорость  $u_n$  пламени смесей хлора с метаном, пропаном и этиленом. Нормальную скорость пламени измеряли по методу полной поверхности внутреннего светящегося конуса пламени прямым фотографированием. Опыты проводили при начальном давлении  $1 \cdot 10^5$  Па на бунзеновских горелках диаметром от 4 до 12 мм, помещенных в бокс с окнами для фотографирования. Исходные реагенты дозировали реометрами, погрешность дозировки составляла до 5%. Расход смесей варьировали в диапазоне 10—45  $\text{cm}^3/\text{с}$ . С целью устранения влияния атмосферного воздуха горелку экранировали дозированным потоком азота (до 5-кратного по отношению

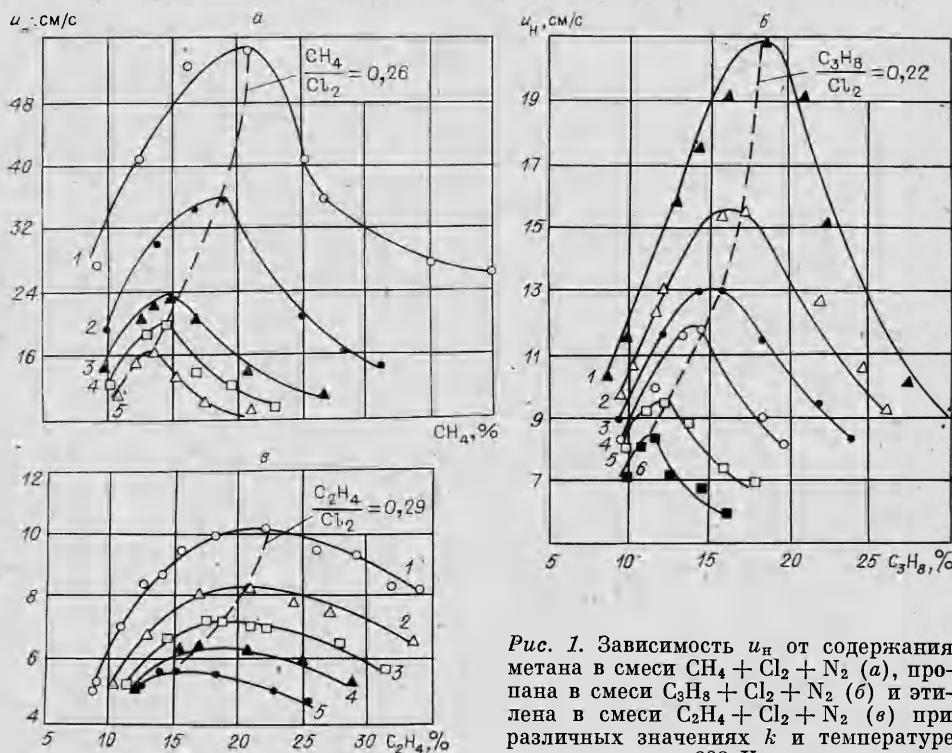


Рис. 1. Зависимость  $u_n$  от содержания метана в смеси  $\text{CH}_4 + \text{Cl}_2 + \text{N}_2$  (а), пропана в смеси  $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{Cl}_2 + \text{N}_2$  (б) и этилена в смеси  $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{Cl}_2 + \text{N}_2$  (в) при различных значениях  $k$  и температуре 293 К.

$\frac{\text{Cl}_2}{\text{Cl}_2 + \text{N}_2}$ : а) 1—1,0, 2—0,88, 3—0,68, 4—0,63, 5—0,58; б) 1—1,0, 2—0,95, 3—0,88, 4—0,79, 5—0,66, 6—0,59; в) 1—1,0, 2—0,93, 3—0,74, 4—0,64, 5—0,54.

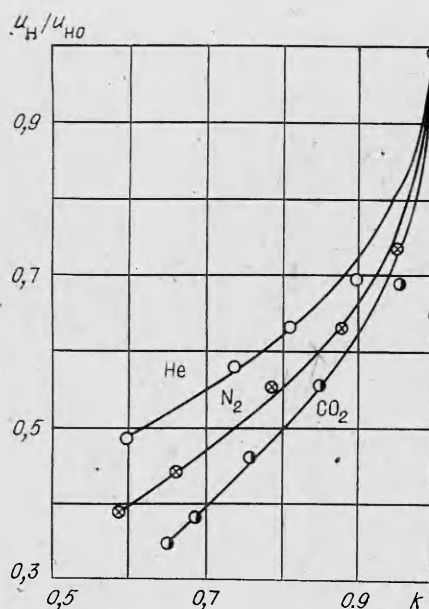


Рис. 2. Зависимость относительной скорости пламени от содержания хлора в смесях  $C_3H_8 + Cl_2 +$  разбавитель при концентрации пропана 18% и температуре 293 К.

Влияние  $N_2$  на  $u_n$  смесей хлора с углеводородами иллюстрируют представленные на рис. 1 семейства кривых нормальных скоростей пламени. Каждая кривая соответствует условию:  $k = Cl_2 / (Cl_2 + \text{разбавитель}) = \text{const}$ . Уменьшение  $k$ , т. е. увеличение содержания разбавителя в смеси, приводит к заметному снижению  $u_n$ . Необходимо отметить следующую интересную особенность полученных результатов. Максимальные значения  $u_n$  наблюдаются при постоянном отношении  $\mu = \text{углеводород/хлор}$ . Для  $CH_4$ ,  $C_3H_8$  и  $C_2H_4$   $\mu = 0,26$ ;  $0,22$  и  $0,29$  соответственно. Постоянство  $\mu$  свидетельствует о возможности определения максимальных значений  $u_n$  и для неизученных значений  $k$ . Сравнительный эффект воздействия  $CO_2$ ,  $N_2$  и He на величину  $u_n$  характеризует рис. 2, где  $u_n/u_{n,0}$  — отношение нормальных скоростей пламени в присутствии разбавителя и без него. Из данных рис. 2 следует, что по своему влиянию на  $u_n$  разбавители располагаются в следующем порядке:  $CO_2 > N_2 > He$ . С увеличением  $k$  влияние замены инертного газа уменьшается, так как при  $k = 1$  содержание разбавителя равно нулю.

Дальнейшее изучение смесей хлора с углеводородами позволило установить, что нагрев реагентов также оказывает заметное влияние на величину  $u_n$ . В качестве примера на рис. 3 показано влияние начальной температуры бинарных смесей метана, пропана и этилена с хлором на относительную максимальную скорость пламени  $u_f = u_{n,T} / u_{n,293}$ , где  $u_{n,T}$  — максимальное значение нормальной скорости пламени при начальной температуре смеси  $T$ ,  $u_{n,293}$  — максимальное значение  $u_n$ , соответствующих смесей, при температуре  $T_0 = 293$  К. Как видно из рис. 3, для интервала температур 293—473 К степень изменения  $u_f$  можно определить с помощью унифицированной кривой  $u_f = (T/T_0)^{1,5}$ , которая позволяет эмпирически предсказывать значения  $u_n$  при различных температурах реагентов. При нагреве смесей хлора с углеводородами выше 550 К наблюдалось их самовоспламенение.

Полученные результаты свидетельствуют, что значения  $u_n$  смесей хлора с углеводородами существенно изменяются при введении в систему инертных газов или изменении начальной температуры.

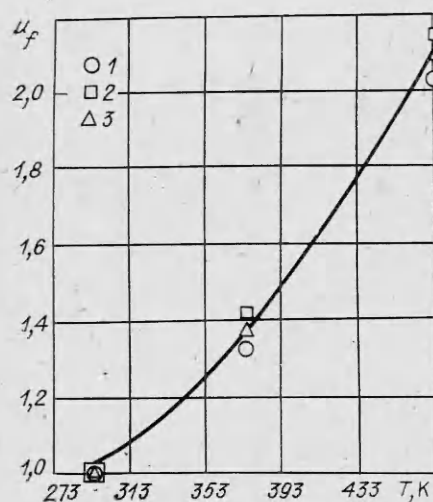


Рис. 3. Зависимость относительной максимальной скорости пламени от начальной температуры бинарных смесей метана, пропана и этилена с хлором.

1 — 21%  $CH_4$ ; 2 — 18%  $C_3H_8$ ; 3 — 22%  $C_2H_4$ .

к расходу исследуемой смеси). Для предотвращения предпламенного взаимодействия этилена с хлором внутреннюю поверхность горелки пассивировали парафином.