

10. А. И. Чеунг, Д. В. Купмен. Приборы для научных исследований, 1972, 10, 41.
11. Д. Г. Заварин, В. В. Рождественский, Г. К. Тумакаев.— В кн.: Диагностика низкотемпературной плазмы. М.: Наука, 1979.
12. В. Е. Голант. Сверхвысокочастотные методы исследования плазмы. М.: Наука, 1968.
13. Г. С. Аравин, Е. С. Семенов. ФГВ, 1979, 15, 5, 40.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НОРМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПЛАМЕНИ И КРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ЕГО ГАШЕНИЯ В СМЕСЯХ УГЛЕВОДОРОДОВ С ХЛОРОМ

А. В. Стеблев

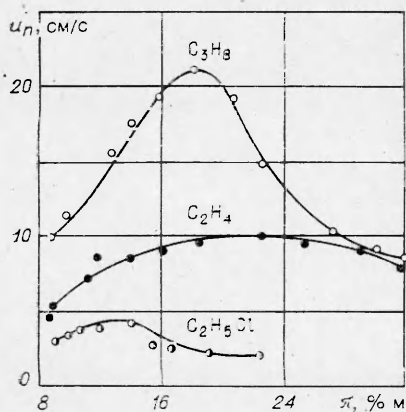
(Москва)

До настоящего времени вопросы распространения и гашения пламени в смесях углеводородов с хлором изучены крайне недостаточно, что препятствует разработке рациональных систем локализации и подавления взрыва в хлорорганических производствах.

В данной работе приведены результаты определения нормальных скоростей пламени u_n и исследования критических условий его гашения в бинарных смесях пропана, этилена, хлористого этила и дихлорэтана с хлором при температуре 293 К и давлении 10^5 Н/м² (смеси с дихлорэтаном подогревались до 353 К). Величину u_n измеряли по методу полной поверхности внутреннего светящегося конуса пламени прямым фотографированием. Опыты проводили на бунзеновских горелках диаметром $5,5 \div 12$ мм, помещенных в бокс с окнами для фотографирования. Исходные компоненты дозировали реометрами, погрешность дозировки не превышала 5%. Расход смесей изменяли в диапазоне от 13 до 30 см³/с. С целью устранения влияния атмосферного воздуха горелку экранировали дозированной струей азота (до 5-кратного по отношению к расходу исследуемой смеси). Для предотвращения предпламенного взаимодействия этилена с хлором внутреннюю поверхность горелки пассивировали парафином.

Результаты измерения u_n представлены на рисунке (π — мольная доля горючего в смеси с хлором). Смеси пропана во всем диапазоне составов горят гораздо быстрее смесей этилена, максимальные значения $u_n^{\max} = 21$ и 10 см/с соответственно. Это более чем на порядок ниже величин u_n для аналогичных смесей с кислородом в качестве окислителя [1]. Следует отметить, что при изменении соотношений компонентов в смесях этилена с хлором скорость пламени меняется незначительно, ее минимальное значение $u_n^{\min} = 5$ см/с ($\pi = 9\%$). Замещение одного атома водорода хлором в молекуле алкана существенным образом влияет на u_n . Так, если в смесях этана с хлором $u_n^{\max} = 35$ см/с [2], то скорость горения хлористого этила с хлором не превышает 4,5 см/с. Эффект введения в молекулу алкана двух атомов хлора еще более значителен: в смесях $C_2H_4Cl + Cl_2$ устойчивое стационарное горение отсутствует при любых соотношениях компонентов.

Критические условия гашения пламени изучали в стеклянных трубках с внутренним диаметром $d = 4 \div 20$ мм. В смесях заданного состава инициировали горение, устанавливали стационарное пламя над выходным отверстием трубки, а затем поток газа останавливали и следили за проскоком или гашением пламени.



Мольная концентрация углеводорода в бинарной смеси с хлором	$d_{кр}'$, мм	u_n' , см/с	$Re_{кр}'$	u , см/с	R , мм
12,5% C_3H_8	5,7	14,5	147	7,5	3,0
20,6% C_3H_8	4,5	19,1	153	9,9	2,4
14,0% C_2H_4	10,5	8,8	143	4,5	5,4
28,3% C_2H_4	9,4	9,5	121	5,5	4,9
13,0% C_2H_5Cl	>20,0	4,5	>170	—	—

Результаты измерений критических условий гашения пламени и расчетов приведены в таблице, где $Re_{кр} = u_n \cdot d_{кр} / \nu$ (ν — коэффициент температуропроводности смеси, $d_{кр}$ — критический диаметр гашения пламени, Re — критерий Пекле).

Известно [3], что на пределе гашения пламени величина Re сохраняет практически постоянное значение. Если вычислять Re по u_n , d и температуропроводности исследуемой смеси, его усредненное значение составляет ~ 65 (при разбросе $\pm 100\%$ определяемой величины) [4]. Полученные нами значения $Re_{кр}$ превосходят усредненные в 2 раза. Критические диаметры гашения хлороуглеводородных пламен значительно больше, чем в смесях с кислородом.

Представляло интерес выяснить, как изменяется скорость пламени указанных выше составов в каналах, близких к критическим. С этой целью проведены опыты по измерению скорости пламени u в вертикальных стеклянных трубках диаметром $0,4 \div 1,1$ см. Горение инициировали у верхнего открытого конца трубки, а в ее нижнем торце оставляли небольшое отверстие. Этот прием позволяет получать равномерное линейное движение пламени на достаточно большом участке трубки при сохранении постоянства формы фронта пламени. Скорость равномерного движения фронта пламени V и его площадь S определяли соответственно с помощью кино съемки и макрофотографирования. Скорость пламени в каналах вычисляли по формуле $u = \sqrt{V \pi R^2 / S}$, где R — радиус канала. Полученные значения u и соответствующие им R представлены в таблице. Скорость пламени в каналах, близких к критическим, значительно ниже, чем на бузеновской горелке, что находится в соответствии с теорией [3].

Полученные результаты свидетельствуют, что для смесей углеводородов с хлором можно обеспечить гашение пламени при значительно больших диаметрах пламегасящих каналов, чем для аналогичных смесей с кислородом.

Поступила в редакцию 26/VII 1983,
после доработки — 28/X 1983

ЛИТЕРАТУРА

1. Б. Льюис, Г. Эльбе. Горение, пламя и взрывы в газах. М.: Мир, 1968.
2. А. С. Мальцева и др. — В кн.: Хлорная промышленность, № 4. М., 1980.
3. Я. Б. Зельдович. ЖЭТФ, 1941, 11, 159.
4. В. Ф. Закаэнов и др. Инж. журнал, 1963, 3, 280.

К РАСЧЕТУ ВРЕМЕНИ ФОРМИРОВАНИЯ МИНИМАЛЬНОГО ЯДРА ПЛАМЕНИ ПРИ ЗАЖИГАНИИ ВЗРЫВООПАСНЫХ СМЕСЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМИ РАЗРЯДАМИ

Н. И. Лобызов, Н. М. Кармазинов
(Москва)

При оценке искробезопасности электрических цепей бескамерными методами необходимо знать величину времени формирования минимального ядра пламени газозооушной взрывоопасной смеси $\tau_{кр}$. Эксперимен-