

ного пламени, помещенного между изолированными плавно поднимающимися электродами. На рисунках анод расположен с правой стороны, катод — с левой. В начале эксперимента верхний конец электродов располагался в 30 мм ниже устья горелки (первый и второй кадры). В последующем электроды плавно поднимались. Видно, что с подъемом электродов угол раскрытия струи продуктов сгорания вначале увеличивается, а затем уменьшается. Наибольший эффект поля наблюдался при расположении верхней границы электродов выше устья горелки на 40—60 мм.

В заключение авторы выражают благодарность Н. И. Кидину за обсуждение результатов экспериментов.

Поступила в редакцию
8/IV 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. Дж. Лаутон, Ф. Вайнберг. Электрические аспекты горения. М., Энергия, 1976.
2. Е. М. Степанов, Б. Г. Дьячков. Ионизация в пламени и электрическое поле. М., Металлургия, 1968.
3. Н. И. Кидин. Канд. дис. МФТИ, 1975.
4. Н. И. Кидин, В. Б. Либрович. — В сб.: Физика горения и методы ее исследования. Под ред. Аbruкова С. А. Чебоксары, 1976.
5. Г. Д. Саламандра. — В кн.: Теплофизические свойства и газодинамика высокотемпературных сред. М., Наука, 1972.
6. Н. А. Медведев, В. В. Афанасьев, С. А. Аbruков. — В сб.: Физика горения и методы ее исследования. Вып. 6. Чебоксары, 1976.
7. Б. С. Скалов, А. С. Соколик. ЖФХ, 1934, V, 5.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА РЕАГИРУЮЩЕЙ СМЕСИ НА ОБЛАСТЬ СУЩЕСТВОВАНИЯ ХОЛОДНЫХ ПЛАМЕН ПРИ ОКИСЛЕНИИ ПРОПИЛЕНА

Р. Р. Григорян, С. Д. Арсентьев, А. А. Мантян

(Ереван)

Явление холодных пламен, наблюдаемое при окислении углеводородов, продолжает оставаться предметом подробных исследований, что обусловлено теоретической и практической важностью проблемы окисления и горения углеводородных газов. В холодных пламенах пропана [1—3] и бутанов [4, 5] удалось обнаружить радикалы и проследить за их кинетическим поведением. Полученные результаты доказывают цепную природу явления и проливают свет на механизм возникновения и затухания холодных пламен. Наряду с этим, однако, далеко не во всех случаях установлены области возникновения холодных пламен в координатах p — T в различных углеводородных системах. Не изучено также влияние различных параметров на процесс холоднопламенного окисления.

Результаты ранних работ, посвященных этому вопросу, обобщены в монографии [6]. Согласно этим данным области возникновения холодных пламен в координатах p — T зависят от состояния стенок реактора, его диаметра и соотношения углеводорода и кислорода. Например, согласно данным по окислению парафиновых углеводородов, обеднение смеси углеводородом снижает интенсивность холодных пламен и сдвигает границу области самовоспламенения в сторону высоких давлений. Также установлено, что при холоднопламенном окислении парафиновых углеводородов

Рис. 1. Кинетические кривые изменения давления в реакции окисления пропилена. $C_3H_6 : O_2$: 1 — 3 : 1; 2 — 2 : 1; 3 — 1 : 1.

обеднение исходной смеси углеводородом расширяет область возникновения холодных пламен по температуре [7].

Для холодных пламен в олефиновых углеводородах данных сравнительно мало. Пропилен — первый и наиболее простой углеводород в ряду олефинов, при окислении которого наблюдаются холодные пламена. Поэтому он весьма удобен как объект для изучения взаимосвязи механизмов явления и медленного окисления в случае олефинов. Имеющиеся в литературе данные по этим вопросам относятся только к смеси $C_3H_6 : O_2 = 1 : 1$ [8].

Цель настоящей работы — изучение влияния отношения $C_3H_6 : O_2$ на области медленной реакции холодных пламен и самовоспламенения пропилена-кислородных смесей. Важно также установить подобласти с различным числом холоднопламенных вспышек.

Опыты проводились в цилиндрическом кварцевом реакторе длиной $l = 20$ см и диаметром $d = 7$ см, предварительно промытом плавиковой кислотой, а затем обработанном реакцией. Исследовались смеси состава $C_3H_6 : O_2 = 1 : 1$; 2 : 1 и 3 : 1. Ход реакции наблюдался по изменению давления. В отдельных опытах с помощью хромель-алюмелевой термопары, вводимой в реактор на 2 см с торца, измерялось изменение температуры.

На основании экспериментальных данных установлено, что интенсивность холодных пламен и их число зависят от состава исходной смеси. В отличие от [6] с обеднением смеси углеводородом интенсивность холодных пламен возрастает. На рис. 1 приведены кривые $\Delta p - t$, полученные для разных смесей при $T = 310^\circ C$ и $p_{исх} = 230$ торр. Видно, что с изменением состава реагирующей смеси при прочих постоянных условиях происходит изменение числа холоднопламенных вспышек. В частности, уменьшение соотношения $C_3H_6 : O_2$ приводит к возрастанию числа вспышек. В этих условиях имерялась также температура. Опыты показали, что по

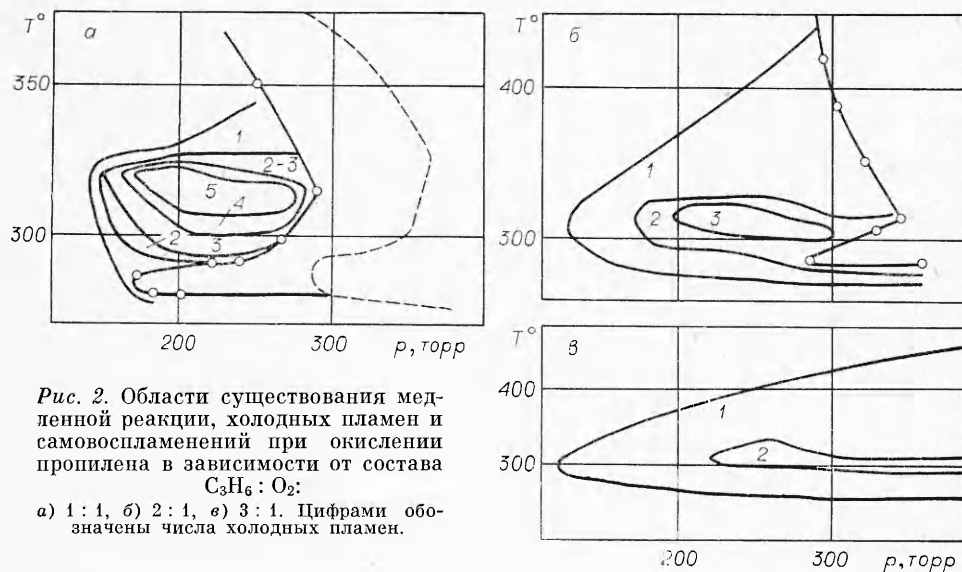
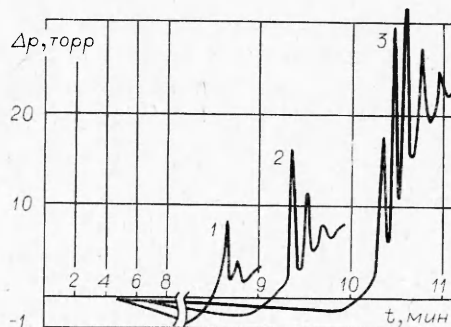


Рис. 2. Области существования медленной реакции, холодных пламен и самовоспламенений при окислении пропилена в зависимости от состава $C_3H_6 : O_2$: а) 1 : 1, б) 2 : 1, в) 3 : 1. Цифрами обозначены числа холодных пламен.

мере обеднения исходной смеси пропиленом увеличиваются разогревы. При всех исследованных условиях в начале реакции наблюдается падение давления, причем тем сильнее, чем ниже начальная температура.

На рис. 2 приводятся области медленной реакции, холодных пламен и воспламенений, полученные для смесей различного состава. Штриховой линией показана область воспламенений, полученная в [8] для смеси $C_3H_6:O_2 = 1:1$ в пирексовом сосуде ($d = 5$ см). Наблюдаемое резкое различие областей холодных пламен и воспламенений, очевидно, связано с применением различных реакторов в работе [8] и в данном исследовании. Сопоставление данных, представленных на рис. 2, *a—e*, показывает, что в отличие от данных, приводимых в [7] для окисления парафиновых углеводородов, обеднение смеси углеводородом в случае пропилена приводит не к расширению, а к сужению областей холоднопламенного окисления. При этом граница самовоспламенений сдвигается в сторону меньших давлений.

Для смеси $C_3H_6:O_2 = 3:1$ воспламенение не происходит даже при давлениях, превышающих 400 торр. При воспламенении смеси $C_3H_6:O_2 = 2:1$ образуются вещества с высокой температурой кипения, а при воспламенении смеси 1:1 — большое количество сажи. Это обстоятельство показывает, что с изменением состава реагирующей смеси возможны изменения в химизме реакции. Для бедных смесей характерны многократные холоднопламенные вспышки. Для смеси $C_3H_6:O_2 = 1:1$ наблюдается до пяти вспышек.

Поступила в редакцию
8/V 1980

ЛИТЕРАТУРА

1. A. A. Mantashyan, P. S. Gukasyan, R. H. Sayadyan. React. Kinet. Catal. Lett., 1977, 11, 3.
2. П. С. Гукасян, А. А. Манташян, Р. А. Саядян. ФГВ, 1976, 12, 5.
3. А. А. Манташян, П. С. Гукасян. Докл. АН СССР, 1977, 234, 2.
4. Т. Р. Симонян, А. А. Манташян. Арм. хим. ж., 1979, 32, 9.
5. Т. Р. Симонян, А. А. Манташян. Арм. хим. ж., 1979, 32, 10.
6. В. Я. Штерн. Механизм окисления углеводородов в газовой фазе. М., Изд-во АН СССР, 1960.
7. I. C. Dechaux, L. Delfasse. Comb. and Flame, 1979, 34, 2.
8. С. С. Поляк, В. Я. Штерн. — В сб.: Цепные реакции окисления углеводородов в газовой фазе. М., Изд-во АН СССР, 1955.

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ПРЕДЕЛЫ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ГОМОГЕННЫХ ГАЗОВЫХ ПЛАМЕН

А. М. Бадалян, В. С. Бабкин, А. В. Борисенко,
А. Я. Выхристюк

(Новосибирск)

1. Экспериментально показано, что конвекция может не только влиять на пределы распространения гомогенных газовых пламен, но и быть главным фактором в механизме гашения пламени [1, 2]. В основе этого явления лежит относительное увеличение конвективных теплопотерь из зоны пламени при увеличении интенсивности конвекции, определяемой числом Грасгофа. В [3] рассмотрен случай гашения пламени, распространяющегося в вертикальной трубе сверху вниз при наличии кондуктивных,