

При рассмотрении данных табл. 1 видно, что в указанных пределах горения систем Nb—Si, Ta—Si и Hf—Si получаются все фазы, известные по диаграммам состояния, в том числе высокотемпературные, такие как Nb₅Si₃, Ta₅Si₃ [6], которые образуются при более высоких температурах, чем это имеет место при горении соответствующих составов. Такое явление довольно трудно объяснить, но, возможно, оно связано с некоторой ошибкой в измерении температур, либо с особенностями фазовых переходов в режиме горения. Этот факт представляет большой интерес для дальнейшего изучения. Некоторые характеристики однофазных силицидов, полученных в данной работе, приведены в табл. 2.

Поступила в редакцию
22/VII 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Р. Саркисян, С. К. Долуханян и др. ФГВ, 1978, 14, 3.
2. А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская. Докл. АН СССР, 1972, 204, 2.
3. И. П. Боровинская, А. Г. Мержанов и др. ФГВ, 1974, 10, 1.
4. В. М. Шкиро, И. П. Боровинская.— В сб.: Процессы горения в химической технологии и металлургии. Черноголовка, 1975.
5. А. С. Бережной. Кремний и его бинарные системы. Киев, Изд-во АН УССР, 1958.
6. Х. Дж. Гольдшидт. Сплавы внедрения. Т. 2. М., «Мир», 1971.
7. Г. В. Самсонов, И. М. Виницкий. Тугоплавкие соединения. М., «Металлургия», 1976.

ОБЛАСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПЛАМЕНИ В ПСЕВДООЖИЖЕННОМ СЛОЕ ТВЕРДОГО МАТЕРИАЛА

*М. А. Гликин, Л. М. Савицкая, Д. Е. Бражник,
В. Е. Овчаренко, Н. П. Алексеева*

(Северодонецк)

В литературе отсутствуют сведения о теоретических и экспериментальных работах, посвященных исследованию области гашения и распространения пламени в псевдоожигенном слое твердого материала. В то же время в некоторых работах, например [1], имеются утверждения, что осуществление реакции в аппарате с псевдоожигенным слоем катализатора исключает возможность взрыва. Это положение находится в противоречии с известным фактом интенсификации процесса горения в псевдоожигенном слое [2].

Рассмотрение теории пределов распространения пламени и псевдоожигения позволяет предположить, что в псевдоожигенном слое в определенных условиях, благодаря интенсификации процессов тепло- и массопередачи, будут затруднены условия распространения пламени. Так как чисто теоретическое рассмотрение этого положения в настоящее время не представляется возможным, проведено экспериментальное исследование области распространения пламени в условиях псевдоожигения. Эксперименты проводились на установках с диаметром основного аппарата 50 и 100 мм при высоте псевдоожигенного слоя 100÷150 мм.

В качестве горючих смесей использовались ацетилен — воздух, метан-кислород и чистый ацетилен. Горение инициировалось дежурным пламенем или пережиганием нихромовой спирали над взвешенным слоем. Результаты экспериментов регистрировались с помощью скоростной кинокамеры, что позволяло объективно зафиксировать процесс взаимодействия пламени и псевдооживленного слоя.

При проведении экспериментов варьировались температура, диаметр частиц силикагеля, состав и расход смесей. В качестве параметра, характеризующего взвешенный слой, принята величина изменения порозности

$$\varepsilon = 1 - V_{\text{тв}}/V_{\text{сл}}$$

Здесь $V_{\text{тв}}$ — объем, занимаемый твердым материалом; $V_{\text{сл}}$ — объем псевдооживленного слоя.

Проведенные эксперименты показывают, что при наличии взвешенного слоя определенной порозности область распространения пламени метано-кислородных и ацетилено-воздушных смесей сужается по сравнению с пределами распространения пламени в реакторе без насадки.

Для исследованных смесей установлена зависимость между диаметром частиц, порозностью, температурой среды и изменением ширины области распространения пламени (Δc). Изменение Δc для смесей метана с кислородом при температуре 373 К в условиях эксперимента описывается уравнениями:

для частиц с диаметром 0,5 ÷ 1 мм

$$\Delta c = 14 + 45\varepsilon, \quad 0,7 > \varepsilon > 0,2, \quad (1)$$

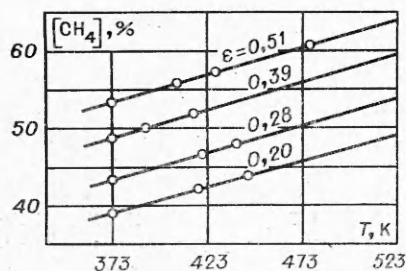
для частиц с диаметром 0,25 ÷ 0,5 мм

$$\Delta c = -36 + 120\varepsilon, \quad 0,7 > \varepsilon \geq 0,3. \quad (2)$$

Анализ выражений (1), (2) показывает, что при диаметре частиц 0,5 ÷ 1 мм существуют определенные составы смеси, при которых не удается локализовать пламя. Для частиц с диаметром 0,25—0,5 мм пламя не распространяется при $\varepsilon < 0,3$ при любых составах смеси. Для ацетилено-воздушных смесей изменение области распространения пламени при энергии инициирования ~ 5 Дж в псевдооживленном слое частиц силикагеля с диаметром частиц 0,25—0,5 мм описывается уравнением

$$\Delta c = -1,9 + 42,6 \cdot \varepsilon, \quad 0,45 > \varepsilon > 0,24. \quad (3)$$

Согласно (3) пламя стехиометрического и близкого к нему состава ацетилено-воздушной смеси локализовать не удастся. В то же время в условиях проведенного эксперимента пламя взрывного распада чистого ацетилена полностью гасится взвешенным слоем при $\varepsilon = -0,15 \div 0,4$ и температуре до 573 К. Исследование влияния температуры на верхний предел воспламенения метано-кислородной смеси в псевдооживленном слое (диаметр частиц 0,5—1 мм) показывает, что с ростом температуры верхний предел расширяется (см. рисунок).



Сопоставление результатов эксперимента с литературными данными [3, 4] по величине нормальной скорости пламени метано-кислородных и ацетилено-воздушных смесей показало, что существует связь между порозностью слоя и величиной нормальной скорости пламени: чем выше нормальная скорость горения, тем более плотным должен быть слой псевдооживленного материала (см. таблицу). Приведенные

данные характеризуют псевдоожженный слой с эмульсионным характером ожигения. При наличии пузырьков или струй изменение области горения не происходит.

Проведенная работа показывает, что обоснованный выбор режима псевдоожжения может в ряде случаев вывести технологическую среду из области взрываемости, исключая взрыв аппаратуры. Однако при осуществлении промышленных синтезов с применением аппаратов с псевдоожженным слоем катализатора необходимо учитывать возможность снижения температуры самовоспламенения (за счет катализа) в зоне над псевдоожженным слоем. Так, в условиях данных экспериментов при подогреве реактора до $523 \div 553$ К наблюдалось самовоспламенение ацетилена над слоем силикагеля, в то время как в псевдоожженном слое при температуре до 973 К пламени не наблюдалось. При этом период индукции для одной и той же температуры снижался по сравнению с пустым аппаратом.

Связь между величиной нормальной скорости пламени метано-кислородной смеси и порозностью слоя псевдоожженного, диаметр частиц $0,5 \div 1$ мм

| Пределы распространения пламени, CH_4 в псевдоожженном слое, % | | Нормальная скорость пламени, м/с | | ε |
|---|---------|----------------------------------|----------------------|--------------------------|
| нижний | верхний | для нижнего предела | для верхнего предела | |
| 4,9 | 63 | — | — | Без псевдоожженного слоя |
| 12 | 53 | 1,35 | 2,85 | 0,51 |
| 14 | 49 | 1,55 | 3,9 | 0,39 |
| 17 | 44 | 1,80 | 5,7 | 0,28 |
| 20 | 39 | 2,45 | 6,6 | 0,20 |

Поступила в редакцию
19/VII 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. А. Гуревич. Фталевый ангидрид. М., «Химия», 1968.
2. Н. И. Сыромятников, Г. К. Рубцов. Тепловые процессы в печах с кипящим слоем. М., «Металлургия», 1968.
3. М. А. Гликин, Б. Г. Пискунов, В. И. Шраер. Газовая промышленность, 1969, 5.
4. С. А. Миллер. Ацетилен, его свойства, получение и применение. Л., «Химия», 1969.

ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ГОРЕНИЯ АЭРОВЗВЕСЕЙ ПОРОШКА ГИДРИДА ЛИТИЯ

В. Н. Бринза, И. В. Бабайцев, С. Т. Папаев

(Москва)

Гидрид лития используется в качестве замедлителя нейтронов или материала для защиты реактора летательного аппарата от метеоритов. Значительное содержание водорода в гидриде позволяет рассматривать это вещество как горючий компонент топлива для ракетных систем [1]. За последнее время выполнено значительное количество работ по определению физико-химических и теплофизических свойств гидрида лития и исследованию процессов окисления его в азотной кислоте и фторе. Известно, что тонкоизмельченный гидрид лития пожаро- и взрывоопасен.