

на скорость «всплывания» очага начинала влиять ограниченность объема. Проведенное сравнение свидетельствует об эффективности полученных оценок для описания динамики подъема цилиндрического очага горения.

Поступила в редакцию 4/1 1983

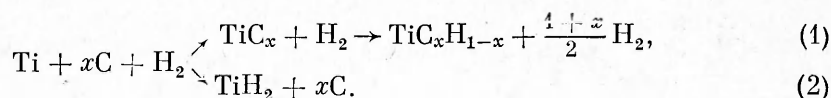
ЛИТЕРАТУРА

1. А. Д. Марголин, В. П. Карпов, Е. С. Северин. ФГВ, 1973, 9, 6.
2. G. E. Andrews, D. Bradley. 14-th Symp. (Intern.) on Comb. Pittsburgh, Pa, 1973.
3. S. Crescitelli, G. Russo, V. Tufano a. o. Comb. Sci. and Technol., 1977, 15, 201.
4. M. Hertzberg. Bur. Mines of Bull., 1976, R181, 15.
5. Л. Г. Лойцянский. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1970.
6. Г. Шлихтинг. Теория пограничного слоя. М.: Наука, 1969.
7. Г. М. Махвиладзе, И. П. Николова. ФГВ, 1982, 18, 5.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ НЕЕДИНСТВЕННОСТИ СТАЦИОНАРНЫХ РЕЖИМОВ ГОРЕНИЯ В СИСТЕМАХ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМИ РЕАКЦИЯМИ

Н. А. Маргиросян, С. К. Долуханян, А. Г. Мержанов
(Ереван)

В [1] показано, что при взаимодействии в трехкомпонентной системе титан — углерод — водород возможно протекание двух параллельных реакций:



Первая характеризуется значительными скоростями горения (2,2 см/с) и образованием в качестве продукта карбогидридов титана с общей формулой $\text{TiC}_x\text{H}_{1-x}$, а вторая — низкими скоростями (порядка 1,3 см/с) и образованием в результате синтеза гидридов титана. Реализация того или иного направления протекания реакции зависит от ряда факторов, таких как давление водорода, содержание углерода в исходной смеси, плотность таблетки, дисперсность порошка титана и т. д. Следует отметить, что переход от одного режима к другому происходит резко, при незначительных изменениях параметров процесса, так что в данном случае можно говорить о существовании неких критических условий смены режимов горения [1].

Теоретические исследования [2] показали, что для систем с параллельными реакциями может существовать область неединственности решений, когда стационарная скорость горения при прочих равных условиях зависит от условий зажигания. При зажигании от источника высокой температуры устанавливается высокоскоростной режим распространения волны и образуется определенный продукт, от источника низкой температуры — низкоскоростной режим с образованием другого продукта; при этом другие параметры (давление газа, размеры частиц, плотность таблетки) одинаковы для обоих случаев.

В настоящей работе приведены экспериментальные данные, подтверждающие выводы теории о неединственности стационарных режимов горения. Исследования проводились на системе титан — углерод — водород, источником зажигания служили горящие таблетки из смесей $\text{Ti} + \text{C}$ ($T_r = 3200 \text{ K}$) и $\text{Mo} + 2\text{Si}$ ($T_r = 1900 \text{ K}$), также таблетка, спрессованная из порошка титана (температура горения в водороде порядка 1200 K). В таблице приведены данные по скоростям горения и фазовому составу продуктов горения смесей $\text{Ti} + x\text{C}$.

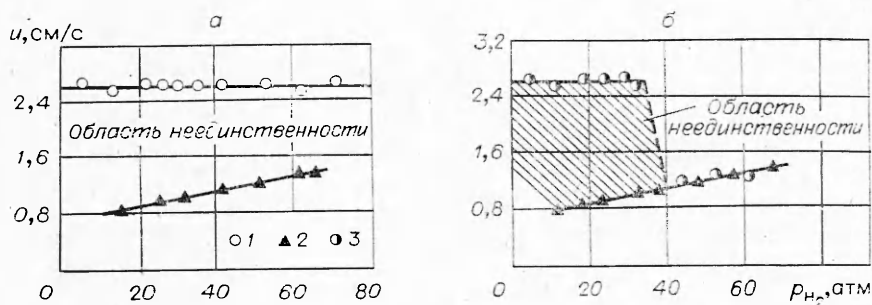
Горящая смесь	p_{H_2} , атм	Поджигание от таблетки из				
		Ti+C		Mo+2Si		порошка Ti
		I	II	I	II	
Ti + 0,5C	3	2,1	TiC _{0,5} H _{0,5}	2,1	TiC _{0,5} H _{0,5}	0,4
	10	2,15	TiC _{0,5} H _{0,5}	0,6	TiH ₂	0,6
	20	2,13	TiC _{0,5} H _{0,5}	1,2	TiH ₂	1,25
	40	2,1	TiC _{0,5} H _{0,5}	1,4	TiH ₂	1,37
	60	2,08	TiC _{0,5} H _{0,5}	1,55	TiH ₂	1,55
Ti + 0,6C	5	2,18	TiC _{0,6} H _{0,4}	2,2	TiC _{0,6} H _{0,4}	0,8
	10	2,2	TiC _{0,6} H _{0,4}	2,23	TiC _{0,6} H _{0,4}	0,92
	20	2,18	TiC _{0,6} H _{0,4}	1,1	TiH ₂	1,15
	40	2,2	TiC _{0,6} H _{0,4}	1,28	TiH ₂	1,25
	60	2,18	TiC _{0,6} H _{0,4}	1,4	TiH ₂	1,42
Ti + 0,7C	10	2,6	TiC _{0,7} H _{0,3}	2,5	TiC _{0,7} H _{0,3}	0,78
	20	2,5	TiC _{0,7} H _{0,3}	2,55	TiC _{0,7} H _{0,3}	0,8
	40	2,58	TiC _{0,7} H _{0,3}	1,1	TiH ₂	1,1
	60	2,5	TiC _{0,7} H _{0,3}	1,3	TiH ₂	1,32

Примечание 1. I — и, см/с, II — продукт горения. 2. Продукт горения смесей при поджигании таблеткой из порошка титана — TiH₂.

Как показали результаты экспериментов, при низкотемпературном зажигании осуществляется только гидридный механизм протекания реакции — инициировать реакцию карбидизации в условиях эксперимента не удалось. При инициировании горения с использованием высокотемпературного источника поджигания (Ti + C) имеет место только реакция карбидизации; в промежуточном же случае (поджигание от таблетки из смеси Mo + 2Si) установлены критические условия, при которых происходит смена режимов горения.

На рисунке (а) представлена зависимость скорости горения состава Ti + 0,7C от давления водорода в условиях высокотемпературного (Ti + C) и низкотемпературного (Ti) поджигания. При этом во всем исследованном диапазоне давлений существует область неединственности, критические явления не обнаружены.

На рисунке (б) изображены кривые зависимости скорости горения от давления водорода для того же состава и поджигания от таблетки из смеси Mo + 2Si и таблетки из порошка Ti. Видно, что область неединственности ограничена, так как при зажигании от таблетки из смеси Mo + 2Si существует критическое значение давления водорода, выше ко-



Зависимость скорости горения от давления водорода, при поджигании от таблетки из смеси Ti + C (1), от таблетки из порошка Ti (2) и от таблетки из смеси Mo + 2Si (3).

того реакция карбидизации не в состоянии конкурировать с реакцией гидрирования, и существует одно возможное направление протекания процесса.

Таким образом, при взаимодействии в трехкомпонентной системе титан — углерод — водород обнаружена неединственность стационарного распространения зоны горения в зависимости от условий поджигания. В то же время следует отметить одно обстоятельство, не учтенное теорией и требующее дальнейшего изучения, — экспериментальные факты свидетельствуют о том, что от условий инициирования может зависеть не только стационарный режим волны горения, но и критические условия смены режимов.

Поступила в редакцию 15/XII 1982

ЛИТЕРАТУРА

1. И. А. Мартиросян, С. К. Долуханян, А. Г. Мержанов. ФГВ, 1981, 17, 4, 24.
2. Б. И. Хайкин, С. И. Худяев. Докл. АН СССР, 1979, 245, 1, 155.

О МЕХАНИЗМЕ ПЕРЕНОСА КОНДЕНСИРОВАННЫХ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НА ПОВЕРХНОСТЬ ГОРЯЩЕЙ ЧАСТИЦЫ МАГНИЯ

*А. В. Флорко, С. В. Козицкий, А. Н. Золотко, В. В. Головки
(Одесса)*

Многочисленные исследования горения частиц металлов (в частности, магния) показали [1—7], что образование конденсированных частиц оказывает существенное влияние на скорость горения. Из расчетов [4—6] и экспериментов [8] следует, что между зоной горения и каплей магния существует зона конденсации, где плотность частиц практически постоянна в стационарном режиме горения [8]. Это означает, что установилось равенство потоков образования конденсированных частиц окиси магния и их ухода к поверхности капли и в окружающее пространство. Учет этого процесса в различных теоретических работах проводится по-разному [3—5, 7], но везде исходят из уравнений тепло- и массообмена.

С другой стороны, процессы горения сопровождаются интенсивной ионизацией [9], приводящей к возникновению заряженных частиц с существенно различными подвижностями (электроны, ионы, заряженные конденсированные частицы). Различие в величинах подвижности может приводить к нарушению нейтральности пламени горящей частицы, что вызывает возникновение локальных электрических полей [9—11]. Последнее может инициировать дополнительный перенос массы и энергии между различными зонами горения. Исследования характеристик заряженных конденсированных частиц, локальных электрических полей, возникающих при горении частиц магния, их влияния на процессы массопереноса составляют цель настоящей работы, являющейся продолжением экспериментов, описанных в [8].

Авторы исходят из парофазной модели горения частиц магния. Внутренняя зона конденсации и зона химического реагирования удалены от поверхности капли на расстояния $\sim 2r_0$ и $\sim 3r_0$ соответственно (r_0 — радиус частицы) [8]. Внешняя зона конденсации разрушается конвективными потоками, поэтому она не наблюдается.

Методика эксперимента

Для выяснения влияния электрофизических процессов на механизм массопереноса необходима информация об электрических характеристиках заряженных частиц и о пространственном распределении электри-