

продуктах сгорания; c_p — теплоемкость продуктов сгорания (принимается значение 1,463 кДж/(кг · град) [6]); T_0 — начальная температура (293 К). Расчет по зависимости (4) дал $T_1 = 1216$ К.

Экспериментально T_1 определялось зондированием пламени термодпарой при горении в атмосфере азота следующих образцов: пластинки пороха впрессованы в кварцевую трубку внутреннего диаметра 7 мм, гомогенные пороховые столбики диаметра 5 мм. Эксперимент для обоих образцов дал совпадающий результат $T_1 = 1170$ К при $T_0 = 293$ К и $p = 0,1$ МПа.

Близость рассчитанной и измеренной величины T_1 (расхождение 3,9%) позволяет сделать заключение, что полученные данные соответствуют составу продуктов сгорания холодного пламени пироксилинового пороха при атмосферном давлении.

Авторы благодарны В. Е. Зарко за обсуждение и сделанные замечания.

Поступила в редакцию 23/IX 1981

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Ф. Похил. Докт. дис. ИХФ АН СССР, 1954.
2. Хуггет.— В сб.: Жидкие и твердые ракетные топлива. М.: ИЛ, 1959.
3. А. А. Зенин. ФГВ, 1966, 2, 1—3.
4. А. А. Зенин. Докт. дис. ИХФ АН СССР, 1976.
5. В. М. Мальцев. Канд. дис. ИХФ АН СССР, 1962.
6. В. Н. Вильюнов. Докл. АН СССР, 1961, 136, 1.
7. Б. Н. Федоров, М. Л. Филимонов. ФГВ, 1977, 13, 4.
8. Р. Д. Гекклер.— В сб.: Жидкие и твердые ракетные топлива. М.: ИЛ, 1959.
9. Я. Б. Зельдович, М. А. Ривин, Д. А. Франк-Каменецкий. Импульс реактивной силы пороховых ракет. М.: Оборонгиз, 1963.
10. А. Г. Горст. Пороха и взрывчатые вещества. М.: Машиностроение, 1972.
11. Справочник химика. Т. 1. М.: Госхимиздат, 1962.

О ФИЛЬТРАЦИОННОМ ГОРЕНИИ ВЫСОКОДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ ПЕРЕХОДНЫХ МЕТАЛЛОВ IVA ПОДГРУППЫ В ВОДОРОДЕ

Э. В. Агабабян, С. Л. Харатян

(Ереван)

При горении пористых металлических образцов в среде газообразного реагента характер распространения волны горения по образцу может в значительной степени зависеть от дисперсности частиц металла, пористости образца, давления газа, предварительной термообработки образца и т. п. Например, при исследовании фильтрационного горения Ti, Zr в азоте [1, 2] выявлены в зависимости от условий эксперимента поверхностный или послойный режимы горения, причем горение оказывало решающее давление на состав конечного продукта.

Фильтрационное горение в системе металл — водород может также проходить как в послойном, так и в поверхностном режиме. В [3] отмечено, что цилиндрические образцы, спрессованные из исходного высокодисперсного порошка гафния, горят в поверхностном режиме, тогда как дегидрированные — в послойном. Выявлению условий осуществления того или иного режима горения в системах гафний — водород, цирконий — водород и титан — водород посвящено настоящее сообщение.

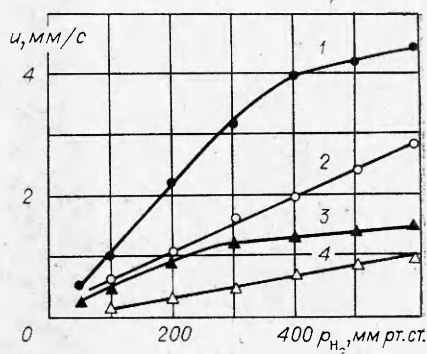
Режимы горения изучались в изобарных условиях при давлениях 100—600 мм рт. ст. Эксперименты проводились на цилиндрических образцах диаметром 10 и высотой 12—14 мм, которые получались прессованием порошка металла. Относительная плотность образцов варьирова-

лась в пределах 0,4—0,7. В работе изучено влияние относительной плотности образца, дисперсности порошка и предварительной термообработки образцов на характер распространения волны горения. Характеристики горения измерялись по методике [4].

В водороде образцы из исходного порошка титана горели послойно, независимо от давления, относительной пористости образца и размера частиц металла (45—630 мкм). Аналогичным образом горят и образцы, подвергнутые предварительной термообработке в высоком вакууме (10^{-5} мм рт. ст.) при температуре 1000°C или же дегидрированию при тех же условиях. Характеристики горения исходных и термообработанных образцов из титана оказались приблизительно равными.

Как уже отмечалось, образцы, спрессованные из исходного высокодисперсного порошка гафния ($r < 10$ мкм), горят независимо от относительной плотности образца и давления водорода в поверхностном режиме, а дегидрированные — в послойном режиме. Аналогичным образом горят и таблетки из высокодисперсного порошка циркония. Для выяснения причины различия в режимах горения исходных и дегидрированных образцов измерена их проницаемость (в калиброванном потоке аргона). Оказалось, что проницаемость дегидрированных образцов при прочих равных условиях в 1,5 раза больше проницаемости исходных. Как показывают результаты измерений (см. рисунок), скорость горения дегидрированных образцов циркония и гафния примерно в 1,5—2,0 раза выше скорости горения исходных, что хорошо согласуется с относительным изменением проницаемости таблеток.

Установлено также, что в исходном порошке гафния содержится водород, атомная доля которого составляет 0,2. Для проверки предположения о причастности водорода, содержащегося в исходном гафнии, к поверхностному режиму горения проводилось исследование горения частично дегидрированных образцов (содержание водорода такое же, что и в исходном порошке). Эксперименты показали, что горение частично дегидрированных образцов осуществляется в послойном режиме. Послойное горение образцов в водороде наблюдалось и на образцах, подвергнутых предварительной вакуумной термообработке. Таким образом, приведенные данные свидетельствуют о том, что термообработка (дегидрирование) образцов приводит к увеличению проницаемости образца, в результате чего возрастает скорость фильтрации газа через образец и наблюдается переход от поверхностного режима горения к послойному.



Зависимость скорости горения Zr (1, 2) и Hf (3, 4) от давления. Светлые точки — образцы из исходного порошка, темные — дегидрированные образцы.

Поступила в редакцию 4/XII 1981

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская, Ю. Е. Володин. Докл. АН СССР, 1972, 206, 9, 905.
2. И. П. Боровинская, В. Э. Лорян. Докл. АН СССР, 1976, 231, 4, 911.
3. Э. В. Агабабян, С. Л. Харатян. — В сб.: Проблемы технологического горения. Т. 1. Черногоровка, 1981.
4. Э. В. Агабабян, С. Л. Харатян и др. ФГВ, 1973, 9, 4, 3.