

СРОЧНОЕ СООБЩЕНИЕ

УДК 662.612.1 + 546.621

*В.Г. Иванов, С.Н. Леонов, Г.Л. Савинов,  
О.В. Гаврилюк, О.В. Глазков*

**ГОРЕНИЕ СМЕСЕЙ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО АЛЮМИНИЯ  
С ГЕЛЕОБРАЗНОЙ ВОДОЙ**

Алюминий известен как один из наиболее устойчивых к окислению и трудновоспламеняющихся металлов [1]. Сгорание частиц алюминия в парах воды возможно лишь при высоких ( $> 2000$  К) температурах и давлениях, жидкой водой алюминий не окисляется [1, 2].

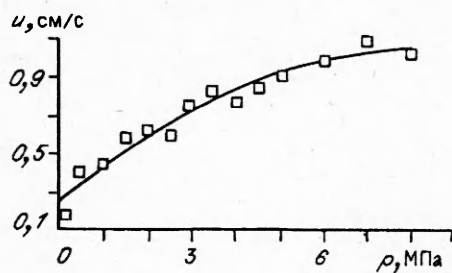
Ультрадисперсный алюминий, получаемый методом электрического взрыва проводников, отличается рядом необычных свойств. Несмотря на малые размеры частиц (доли микрометра), высокую удельную поверхность ( $5\text{--}50$  м<sup>2</sup>/г) и отсутствие окисной пленки на поверхности частиц, ультрадисперсный порошок не окисляется на воздухе до температур  $300\text{--}450$  °С, поскольку частицы изолированы от внешней среды прочно адсорбированной оболочкой инертного газа, в котором взрывали алюминиевую проволоку. После десорбции газовой оболочки при указанных температурах порошок становится весьма активным по отношению к различным реагентам [3].

В настоящей работе исследовалась возможность реализации процесса горения ультрадисперсного алюминия в смеси с жидкой водой в качестве окислителя. Использовались частицы размером  $1$  мкм с удельной поверхностью  $18$  м<sup>2</sup>/г. Предварительную оценку возможности протекания реакции в конденсированной фазе проводили методом ДТА.

Окисление ультрадисперсного Al на воздухе с заметным саморазогревом начиналось при  $360$  °С, однако его самовоспламенения в этих условиях не происходило. Стехиометрическая смесь ультрадисперсного Al с дистиллированной водой начинала бурно реагировать уже при  $70$  °С, однако развитие процесса лимитировалось выкипанием воды при  $100$  °С, в результате наблюдалось лишь частичное окисление Al. Загущение воды добавкой  $3$  % полиакриламида привело к самовоспламенению смеси при  $88$  °С с яркой вспышкой и звуковым эффектом. Продукт сгорания представляет собой плавленную окись алюминия. Специальными опытами установлено, что гелеобразная вода при медленном нагреве кипит при  $100$  °С, а в условиях быстрого нагрева допускает перегрев на  $170\text{--}200$  °С выше нормальной температуры кипения, что и обеспечивает самовоспламенение ее смесей с ультрадисперсным Al.

Зажигание смесей Al с гелеобразной водой электрической спиралью показало, что они достаточно легко воспламеняются и сгорают как на воздухе, так и в аргоне, причем критический диаметр не превышает  $1$  мм. Исследование горения смесей в бомбе постоянного давления (аргон, кварцевые стаканчики диаметром  $10$  мм) выявило устойчивость горения в диапазоне  $0,1\text{--}7$  МПа и содержание Al от  $40$  до  $55$  % (стехиометрия  $50$  %) со

© В.Г. Иванов, С.Н. Леонов, Г.Л. Савинов, О.В. Гаврилюк, О.В. Глазков, 1994.



Зависимость скорости горения стехиометрической смеси ультрадисперсного Al с гелеобразной водой от давления.

скоростями 0,1—1 см/с (см. рисунок) по закону  $u = 0,183(p/p_0)^{0,4}$ . Продуктами горения являются водород и оплавленная окись алюминия (корунд). Расчетная температура горения смеси с 50 % Al составляет 3200 К.

Опыты по сжиганию смесей в замкнутом объеме (манометрическая бомба) показали, что в этих условиях при  $p = 15 \div 30$  МПа образуется монолитный плавный корунд с небольшой примесью карбида, отличающийся высокой твердостью.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Похил П.Ф. и др. Горение порошкообразных металлов в активных средах. — М.: Наука, 1972.
2. Шидловский А.А. Вода как окислитель в реакциях с неорганическими веществами // Теория взрывчатых веществ. — М.: Оборонгиз, 1963. — С. 540—542.
3. Физикохимия ультрадисперсных порошков // Межвузовский сборник трудов. — Томск: ТПИ, 1990. — Ч. I—II.

634055, г. Томск,  
ИХН СО РАН

Поступила в редакцию  
14/1 1994