

УДК 544.427

**Исследование закономерностей горения порошковых и гранулированных смесей  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$  в потоке активного и инертного газов.**

Б.С. Сеплярский, А.Г. Тарасов, Р.А. Кочетков

*ФГБУН Институт структурной макрокинетики и проблем материаловедения Российской академии наук, Черногловка, E-mail: [seplb1@mail.ru](mailto:seplb1@mail.ru)*

Выполнено исследование влияния гранулирования смеси  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$  на закономерности горения составов в потоке активного (азот) и инертного газов (аргон). Было установлено, что скорость горения порошковой смеси практически не зависит от наличия или отсутствия потока газа. Показано, что при горении гранулированной смеси в потоке аргона происходило изменение структуры засыпки: внутри нее появлялись полости, а в потоке азота происходило изменение геометрических размеров образцов.

Ключевые слова: горение, безгазовая система, грануляция, поток газа, скорость горения.

Смесь  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$  является классической безгазовой системой, скорость горения которой не зависит от давления газа, при котором проводится сжигание [1]. Поэтому эта система является удобным объектом для выяснения влияния различных факторов, в том числе грануляции на процесс горения. В данной работе выполнено исследование влияния гранулирования смеси  $\text{Cr}_2\text{O}_3 + \text{Al}$  на закономерности горения составов в потоке активного (азот) и инертного газов (аргон). Горение образцов насыпной плотности осуществлялось в оригинальной экспериментальной установке (см. рис.1).

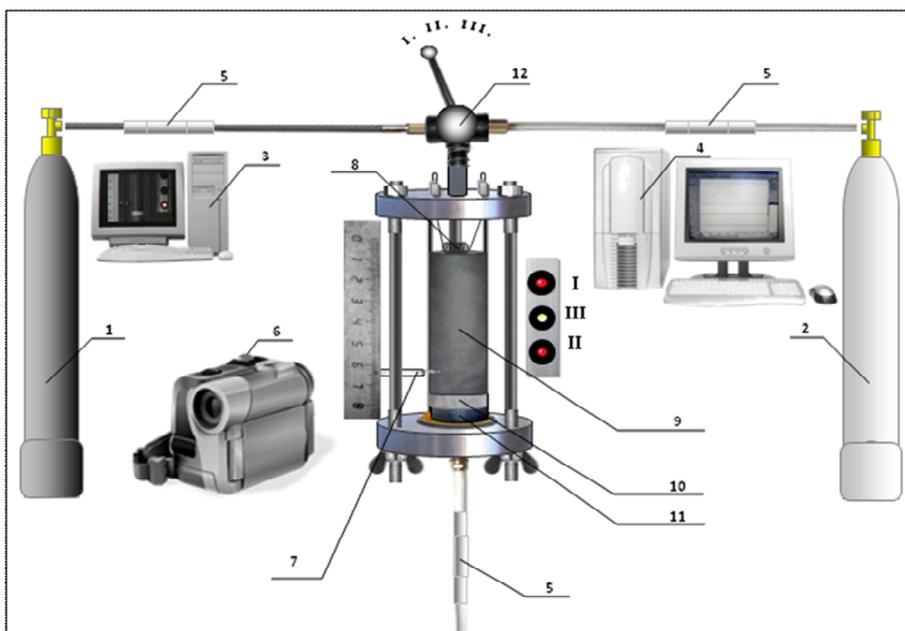


Рис. 1. Схема экспериментальной установки. 1 – баллон с азотом, 2 – баллон с аргоном, 3 – компьютер для записи видеосигнала, 4 – компьютер для записи показаний датчиков через АЦП, 5 – датчики расхода и давления, 6 – цифровая видеокамера, 7- термопара из вольфрам-ренийя 5/20, 8 – эл. спираль 9 – шихта, 10 – слой минеральной ваты, 11 – металлическая сетка, 12 – трехпозиционный переключатель газа.

Данная установка позволяла сжигать смесь при продуве газовым потоком, измерять расход и давление газа в процессе горения, а также получать видеозаписи процесса горения. На основании покадровой обработки видеозаписей процесса горения рассчитывалась видимая скорость горения. Поток газа (спутная фильтрация) обеспечивается наличием фиксированного перепада давлений на входе и выходе из трубки, не превышавшего 1 атм.

В результате проведенных исследований было установлено, что скорость горения порошковой смеси практически не зависит от наличия или отсутствия потока газа и меняется в интервале 3.2—3.6 мм/с. (см.рис.2)

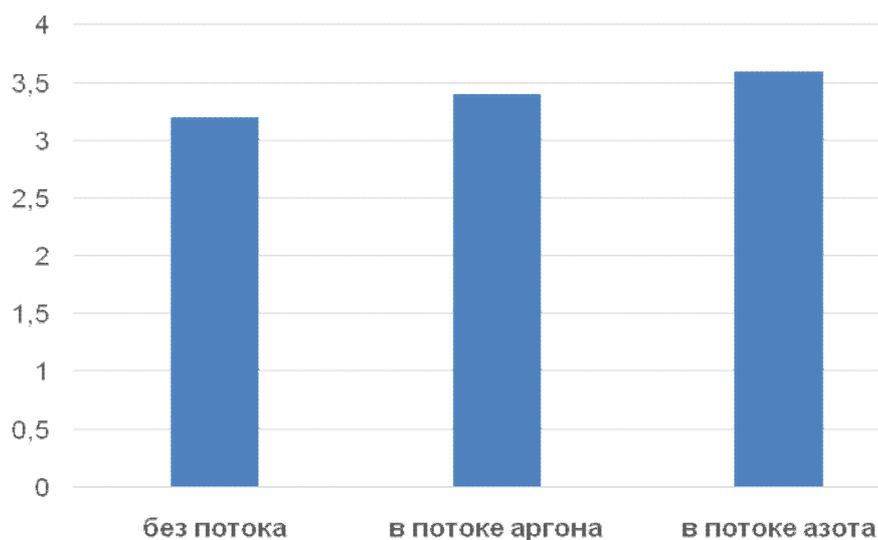


Рис. 2. Скорости горения порошковой смеси при различных условиях проведения эксперимента в мм/сек.

После горения образцы не меняют свои геометрические размеры. Скорость горения гранулированной смеси оказалась почти в полтора раза меньше и меняется в интервале 2—2.2 мм/с. (см.рис.3). Этот результат кардинально отличается от данных, полученных авторами ранее для системы Ti+0.5C [2], когда гранулирование приводило к увеличению скорости горения в несколько раз. По-видимому, такое отличие связано с существенным влиянием примесных газов на скорость горения смеси Ti+0.5C. В отсутствии существенного влияния примесного газовыделения на процесс горения, (смесь Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Al), гранулирование ведет к уменьшению скорости горения из-за уменьшения площади контакта между гранулами.

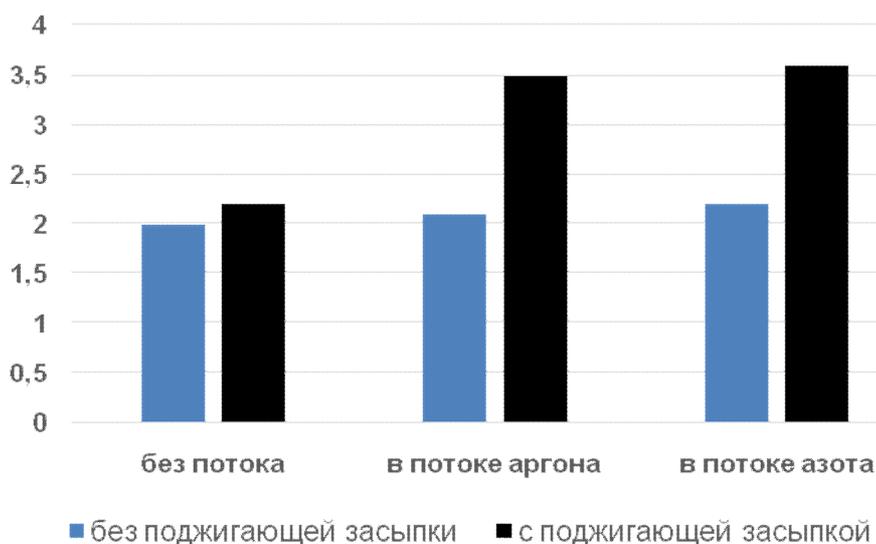


Рис. 3. Скорости горения гранулированной смеси при различных условиях проведения эксперимента, мм/с.

Изменение условий поджигания гранулированной смеси с помощью подсыпки из гранул  $Ti+0.5C$  привело к увеличению скорости горения в 1.7 раза при сжигании смесей в потоке газа (см. рис.3). По-видимому, такое увеличение скорости горения связано с более интенсивным нагревом поверхности гранул потоком фильтрующегося газа, в результате чего на поверхности достигается температура, превышающая температуру плавления алюминия. После расплавления частиц алюминия скорость реакции смеси  $Cr_2O_3+Al$  резко возрастает, что приводит к воспламенению и сгоранию гранул. Если поток газа отсутствовал, то подсыпка из гранул  $Ti+0.5C$  не приводила к заметному увеличению скорости горения (см. рис.3). При горении гранулированной смеси в потоке аргона происходило изменение структуры засыпки: внутри нее появлялись полости (см. рис.4). Это может быть связано с увеличением доли расплава в продуктах реакции, т.к. за счет переноса тепла фильтрующимся газом повышается температура во фронте горения (эффект Алдушина – Сеплярского [3]). Следует также отметить, что при горении гранулированной смеси в потоке азота, продукты реакции плавятся практически полностью, что приводит к

изменению геометрических размеров образцов без сохранения исходной формы (см. рис. 4), чего не наблюдалось ранее для системы  $Ti+0.5C$  [2]. Такой результат является следствием дополнительного повышения доли жидкой фазы за счет тепла реакции хрома (являющегося продуктом взаимодействия  $Cr_2O_3$  с  $Al$ ) с азотом.



Рисунок 4. Внешний вид образцов из гранулированной смеси после горения: а – без потока газа, б – в потоке аргона, в – в потоке азота.

#### Литература.

1. Беляев. А.Ф., Комкова Л.Д. Зависимость скорости горения от давления. // Журнал физ. химии, 1950, Т.24, №2, с.1302.
2. Б. С. Сеплярский, А. Г. Тарасов, Р. А. Кочетков. Экспериментальное исследование горения "безгазового" гранулированного

состава  $Ti + 0.5C$  в спутном потоке аргона и азота // ФГВ, 2013, №5, С. 55-63.

3. А.Г. Мержанов. Твердопламенное горение. ИСМАН, 2000, 224с.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 12-03-00376-а).