

Необходимо отметить, что только 20% опытов по использованию перехода детонационной волны из трубы с $d=50$ мм в трубу с $d=295$ мм (без конуса) заканчивались успешно, т. е. волна не разрушалась. Увеличение диаметра инициирующей трубы до 60 мм привело к 100%-ной повторяемости опытов с переходом волны без разрушения. Очевидно диаметр 50 мм — критический по условиям возбуждения сферической детонации. Применение трубы критического диаметра может быть причиной более узких концентрационных пределов инициирования сферической детонации.

Поступила в редакцию 15/III 1976,
после доработки — 16/VIII 1976

ЛИТЕРАТУРА

1. Разрушение горного массива машинами взрыво-импульсного действия. М., «Наука», 1974.
2. Д. П. Лобанов, Е. Г. Фонберштейн, С. П. Экомасов. ФГВ, 1976, 12, 3.
3. К. И. Щелкин, Я. К. Трошин. Газодинамика горения. М., Изд-во АН СССР, 1963.
4. Л. Н. Хитрин. Физика горения и взрыва. М., изд. МГУ, 1957.

О СТРУКТУРЕ КОЛЕБАНИЙ ПРИ ГОРЕНИИ СМЕСЕЙ ТАНТАЛА С УГЛЕРОДОМ

В. М. Шкиро, Г. А. Нерсисян
(Черноголовка)

В настоящее время показана возможность использования процессов горения для получения многих тугоплавких неорганических соединений [1], приобретающих все большее практическое значение. Проведенные в связи с этим экспериментальные и теоретические исследования выявили ряд новых и интересных особенностей распространения фронта экзотермической реакции в конденсированном веществе [2—8]. Новый и малоисследованный режим — автоколебательное горение — предсказан теоретически [6] и осуществлен экспериментально [2, 3]. В теоретических работах [6, 7] показано, что с удалением от предела возникновения автоколебаний в область неустойчивости характер пульсаций усложняется и наблюдается переход от гармонических колебаний к релаксационным. Однако сложная структура автоколебаний экспериментально еще не наблюдалась.

В настоящей работе изложены экспериментальные данные об изменении структуры колебаний пульсирующего режима горения при удалении от предела устойчивости на примере горения смесей тантала с углеродом. Для приготовления смесей использовался порошок тантала с содержанием основного компонента не менее 99,3% и технический углерод (ламповая сажа ПМ-15 ТС), взятые в стехиометрическом соотношении. При соответствующем соотношении компонентов в исходной смеси после синтеза в режиме горения происходит образование карбидов тантала — Ta_2C либо TaC . Эксперименты проводились на цилиндрических образцах диаметром 15 мм, спрессованных из смесей до относительных плотностей $\approx 0,47 \rho_{max}$. Опыты проводились в бомбе постоянного давления [9] в атмосфере инертного газа аргона.

Согласно теоретическим представлениям [4, 6, 7], при удалении от предела устойчивости, достигаемого уменьшением критерия

$$\alpha = 9,1 \frac{\bar{c}}{Q} \frac{RT_r^2}{E} \left(1 - 0,27 \frac{Q}{cT_1} \right) < 1$$

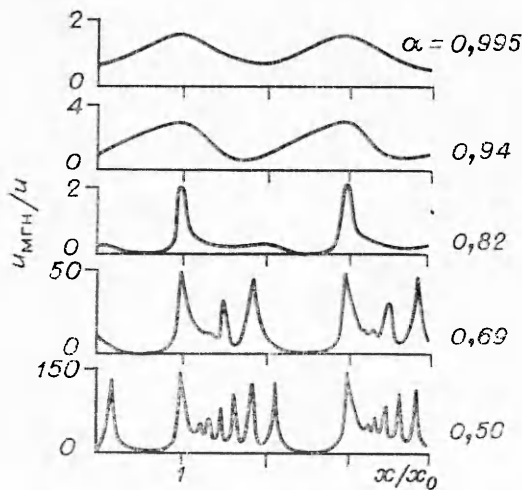
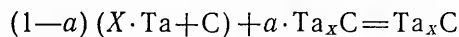


Рис. 1. Структура пульсаций при различных удалениях от предела устойчивости [6].

(где Q — тепловой эффект реакции на единицу массы исходной смеси, E — энергия активации, T_r — температура горения, \bar{c} — среднее значение удельной теплоемкости в температурном интервале $T_r - T_0$), должно происходить изменение структуры колебаний. Это видно из рис. 1, на котором приведена картина изменения мгновенной скорости во времени при различных значениях α .

Экспериментальные наблюдения показали, что при разбавлении исходной смеси инертной добавкой (продукт горения)



($X=1$; 2; a — процент инертной добавки) происходит изменение характера пульсирующего горения (рис. 2). Это аналогично изменению α за счет уменьшения T_r . Так, для $a=0$; 2,38, 13, 20% рассчитанные адиабатические температуры горения [10] соответственно равны 2650, 2560, 2350, 2200К. При введении инертной добавки (небольшие значения a) средняя скорость горения и частота колебаний уменьшаются, при этом амплитуда пульсаций увеличивается и сами колебания приобретают более релаксационный характер. Дальнейшее увеличение разбавления приводит к изменению структуры колебаний — два всплеска скорости на одном периоде (см. рис. 2, в) — и к еще более сложным колебаниям (см. рис. 2, г). Картина, наблюдаемая в эксперименте, качественно соответствует теоретически предсказанной [6].

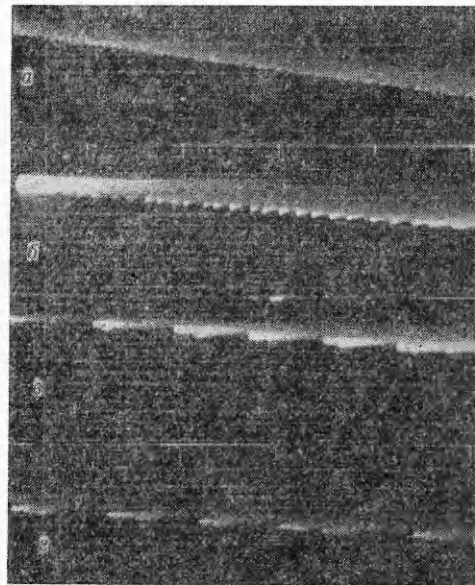


Рис. 2. Структура пульсаций при горении смесей $2\text{Ta} + \text{C}$ при разбавлении инертной добавкой в количестве 0, 2,38, 13, 20% (a , в, г соответственно); $p_{\text{Дг}} = 40$ атм.

Поступила в редакцию 5/VII 1976,
после доработки — 28/1 1977

ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская. Докл. АН СССР, 1972, 202, 4.
2. А. Г. Мержанов, А. К. Филоненко, И. П. Боровинская. Докл. АН СССР, 1973, 208, 4.
3. И. П. Боровинская, А. Г. Мержанов и др. ФГВ, 1974, 10, 1.
4. А. Г. Мержанов. Arch. combust. proces., 1974, 5, 1.
5. А. К. Филоненко, В. Н. Вершинников. ФГВ, 1975, 11, 3.

6. К. Г. Шкадинский, Б. И. Хайкин, А. Г. Мержанов. ФГВ, 1971, 7, 1.
7. А. П. Алдушин, Т. М. Мартемьянова и др. ФГВ, 1973, 9, 5.
8. А. Г. Мержанов, И. П. Боровинская. Combust. Sci. and Technol., 1975, 10.
9. Н. Н. Бахман, А. Ф. Беляев. Горение гетерогенных конденсированных систем. М., «Наука», 1967.
10. Р. Ф. Войтович. Тугоплавкие соединения. Справочник. Киев, «Наукова думка», 1971.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГАШЕНИЯ БАЛЛИСТИТНЫХ ПОРОХОВ СПАДОМ ДАВЛЕНИЯ

Ю. С. Иващенко, А. С. Комаров

(Красноярск)

Экспериментальным исследованиям гашения порохов быстрым спадом давления посвящено сравнительно небольшое количество работ. Чаще всего процесс потухания изучается путем регистрации давления и яркости пламени в процессе спада давления (см., например, [1]). Кроме оценки процесса потухания пороха с помощью эффектов в газовой фазе представляет интерес также изучение характеристик гашения по изменению свойств к-фазы в процессе спада давления.

В настоящей работе изложены результаты исследования процесса потухания баллиститного пороха типа Н и пороха Н, содержащего 10% алюминия, в закритической области скоростей спада давления путем непрерывного измерения электропроводности σ_k реакционного слоя к-фазы при спаде давления.

В процессе измерений регистрировались значения логарифма электропроводности $\ln \sigma_k$ во времени. Величина $\ln \sigma_k$, как известно, связана с температурой поверхности T_n реакционного слоя к-фазы соотношением [2]

$$\ln \sigma_k = \ln A - E/2kT_n.$$

где E — энергия активации; k — постоянная Больцмана; A — постоянный коэффициент.

На рис. 1 дана блок-схема измерений. Электропроводность поверхностного слоя образца 1 с нанесенными на него электродами измеряется в процессе горения σ -метром 2. Электрический сигнал в виде напряжения, пропорционального электропроводности σ_k слоя, логарифмируется усилителем 3 и усиливается выходным усилителем 4. Величина напряжения, пропорциональная $\ln \sigma_k$, регистрируется шлейфовым осциллографом 5. Электропроводность измерялась на частоте 4000 Гц, погрешность измерений $\ln \sigma_k$ составила $< 3\%$, постоянная времени измерений равнялась ~ 1 мс. Из полученных осциллограмм определялись полное время τ потухания пороха по кривой $\ln \sigma_k(t)$ от начала спада давления до момента полного исчезновения проводимости реакционного слоя.

Прямоугольные образцы пороха сечением 7×15 мм² и длиной 90 мм с напыленными в вакууме электродами из олова [2] и покрытые парафином для обеспечения торцевого горения подключались к измерительной схеме. Опыты проводились в приборе постоянного давления, снабженного устройством для быстрого сброса давления с

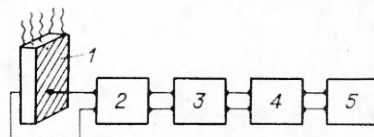


Рис. 1.