

женные частицы в зоне реакции электромагнитного поля, возникшего при взрыве заряда ВВ в момент расширения продуктов взрыва в радиальном зазоре и распространяющегося по зазору как по волноводу.

Это позволяет не только объяснить механизм процесса затухания детонации, но и даст возможность управлять детонацией данных зарядов ВВ.

Поступила в редакцию
28/IV 1968

ЛИТЕРАТУРА

1. В. Н. Зенин, В. Н. Миц. Сб. «Взрывное дело», № 52/9, 1963.
2. В. Н. Зенин, В. Н. Миц. Тр. Гос. Макеевского НИИ по безопасности работ в горной промышленности, 1962, 13, 265—279.
3. Л. В. Дубков, Л. Д. Хотина. Сб. «Взрывное дело», № 52/9, 1963.
4. А. А. Борисов, А. В. Любимов и др. ФГВ, 1967, 3, 1.
5. А. И. Гольбиндер, В. Ф. Тышевнич. Сб. «Теория взрывных веществ». М., «Высшая школа», 1967.
6. Б. И. Вайнштейн, В. Н. Бондаренко. Сб. «Безопасность взрывных работ в угольных шахтах». Киев, «Техника», 1967.

УДК 536.46

О ВЛИЯНИИ АКТИВНОСТИ ПОРОШКОВ АЛЮМИНИЯ И МАГНИЯ НА ГОРЕНИЕ СОСТАВОВ

Л. Д. Ромоданова, П. Ф. Похил
(Москва)

Ранее [1, 2] было показано, что устойчивость беспламенного горения составов в вакууме ($P \sim 10^{-2}$ мм рт. ст.) обусловлена экзотермическим процессом реакций, протекающих в поверхностном слое заряда (на поверхности частиц металла).

Представляет научный и практический интерес вопрос о том, как же влияет активность частиц металла на условия беспламенного горения указанных составов.

Для изучения этого вопроса были приготовлены составы на основе порошков алюминия с размером частиц $\leq 1 \mu$ и магния $\leq 10 \mu$. Активность порошков была различной: 99%, 80, 60, 40 и 20%. Заряды $d=5$ мм запрессовывались до максимальной плотности. Для определения теплового эффекта поверхностных реакций при беспламенном горении измерялась температура на поверхности заряда при беспламенном горении $T_{п.п.}$ и минимальная температура предварительного подогрева заряда $T_{п.п.}$, ниже которой устойчивое горение невозможно. Кроме того, определялась температура самовоспламенения составов термомпарами медь — константан диаметром $d \sim 60 \mu$.

Состав	Активность, %	$T_{п.п.}$, °C	Температура самовоспламенения, °C	Температура поверхности, °C	$\sum c$	$Q = c(T_{п.п.} - T_0)$, кал/г
$NH_4ClO_4 + Al$	~99	~290	~470	~620	0,282	~93,0
	~80	~300	~500	~615	—	~88,8
	~60	~320	~520	~610	—	~81,8
	~40	~330	~550	~600	—	~76,1
	~20	~340	~570	~590	—	~70,5
$NH_4ClO_4 + Mg$	~88	~200	~310	~510	0,288	~89,3
	~60	~245	~370	~500	—	~73,4
	~40	~280	~420	~490	—	~60,5
	~20	~310	~460	~480	—	~49,0

Примечание. $P \sim 10^{-2}$ мм рт. ст.

Чтобы составы устойчиво горели в вакууме, их приходилось подогреть до соответствующей температуры $T_{п.п}$.

Из таблицы и рис. 1 видно, что как для состава $NH_4ClO_4 + Al$, так и для состава $NH_4ClO_4 + Mg$ температура самовоспламенения зависит от активности порошков металлов. Чем выше активность металлических порошков, тем при более низкой температуре происходит самовоспламенение состава.

В таблице и на рис. 2 представлены результаты определения температуры поверхности составов $T_{п}$ на основе окислителя NH_4ClO_4 и металлических горючих алюминия и магния, а также температуры предварительного подогрева составов $T_{п.п}$ в зависимости от активности металлических порошков, откуда видно, что температура на поверхности при горении составов в вакууме ($p \sim 10^{-2}$ мм рт. ст.) меняется незначительно с изменением активности металлических порошков.

Наибольшее количество тепла выделяется в реакционном слое конденсированной фазы при горении составов в вакууме, когда порошки алюминия и магния имеют наибольшую активность.

Чем большая часть поверхности металла остается открытой, тем более реакционноспособным будет состав, т. е. он будет самовоспламеняться при более низкой температуре и будет устойчиво гореть при более низкой температуре предварительного подогрева в вакууме.

Были проведены опыты по определению зависимости скорости горения состава $NH_4ClO_4 + Al$ от активности порошка алюминия в интервале давлений от 1 до 120 $кг/см^2$. Давление создавалось азотом. Для окисления был взят алюминий с активностями: 75, 83 и 99%. Результаты проведенных исследований приведены на рис. 3, откуда видно, что на характер зависимости скорости горения от давления активность не влияет. Для всех трех составов в области малых давлений наблюдается рост скорости горения до максимального значения. Этот максимум наблюдается для состава $NH_4ClO_4 + Al$ с активностью алюминия 75% в области давлений 65—70 $кг/см^2$, для состава с активностью алюминия 83% в области давлений

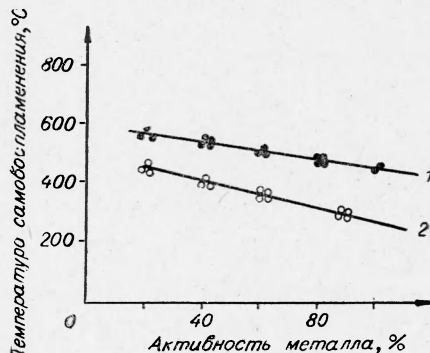


Рис. 1. Зависимость температуры самовоспламенения составов $NH_4ClO_4 + Al$ (1) и $NH_4ClO_4 + Mg$ (2) от активности порошков металлов.

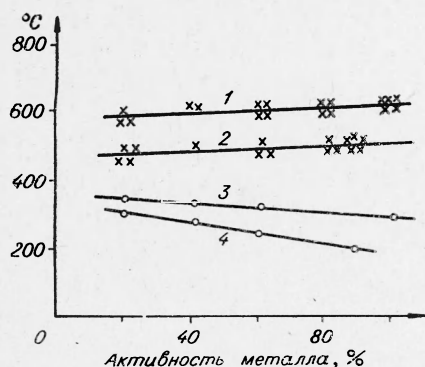


Рис. 2. График зависимости температуры предварительного подогрева и температуры поверхности составов от активности порошков металлов:

1 — $T_{п}$ — при горении состава $NH_4ClO_4 + Al$;
2 — $T_{п}$ — при горении состава $NH_4ClO_4 + Mg$;
3 — $T_{п.п}$ — состава $NH_4ClO_4 + Al$; 4 — $T_{п.п}$ — состава $NH_4ClO_4 + Mg$.

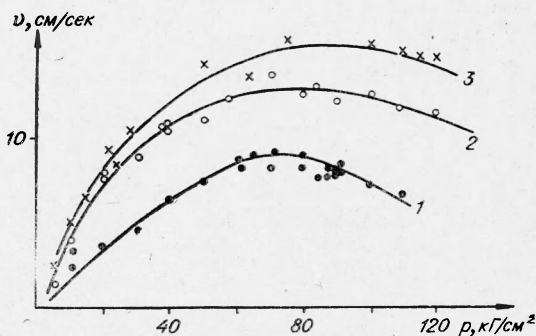


Рис. 3. График зависимости скорости горения состава от давления при активности алюминия — 75% (1), 83% (2), 99% (3).

65—75 $кг/см^2$ и для состава с активностью алюминия 99% в области давлений 80—90 $кг/см^2$. По достижении максимального значения скорость горения составов с увеличением давления начинает уменьшаться. При введении в состав $NH_4ClO_4 + Al$ добавок

Fe_2O_3 или V_2O_5 в количестве 0,5% максимумы на кривых зависимости скорости горения от давления не наблюдаются (рис. 4).

Таким образом, добавки Fe_2O_3 и V_2O_5 могут не только увеличивать скорость горения состава $\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{Al}$, но и изменять характер зависимости скорости горения от давления. Уменьшение скорости горения состава в области повышенных давлений,

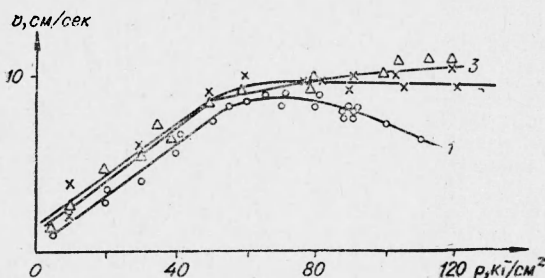


Рис. 4. График зависимости скорости горения $\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{Al}$ (1), $\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{Al} + 0,5\% \text{V}_2\text{O}_5$ (2), $\text{NH}_4\text{ClO}_4 + \text{Al} + 0,5\% \text{Fe}_2\text{O}_3$ (3) от давления.

при более низком давлении достигаются условия, при которых уменьшается скорость горения. При введении в состав добавки V_2O_5 окисная пленка алюминия разрушается [3] и уменьшения скорости горения состава от давления не наблюдается. Причем по аналогии [2] можно допустить, что с ростом давления увеличивается удельный вес реакций, протекающих в конденсированной фазе на поверхности частиц алюминия, т. е. увеличивается толщина окисной пленки и затрудняются реакции окисления алюминия, что и приводит к уменьшению скорости горения состава.

Известно, что температура кипения алюминия с ростом давления повышается. Возможно, что в области давлений 40—80 кг/см² температура кипения алюминия становится больше максимальной температуры горения состава, что и приводит к уменьшению скорости горения алюминия. Причем чем больше активность поверхности частиц алюминия (т. е. чем толще слой окисной пленки), тем при более низком давлении достигаются условия, при которых уменьшается скорость горения.

Поступила в редакцию
5/II 1968

ЛИТЕРАТУРА

1. П. Ф. Похил, Л. Д. Ромоданова. ЖФХ, XXXIX, 2.
2. П. Ф. Похил, Л. Д. Ромоданова. ЖФХ, XXXIX, 11.
3. Л. Д. Ромоданова, П. Ф. Похил, Э. С. Коданер. ФГВ, 1968, 4, 3.

УДК 536.46+662.75

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА НЕПОЛНОГО ГОРЕНИЯ (ГАЗИФИКАЦИИ) ЖИДКИХ ТОПЛИВ ПОД ВЫСОКИМ ДАВЛЕНИЕМ

А. М. Байков, В. М. Масленников, А. Х. Мухамедзянов
(Уфа)

Газификация жидкого топлива представляет собой процесс неполного горения, для осуществления которого быстро подается 40—50% окислителя, требуемого для полного сжигания. Состав конечных продуктов при этом зависит от параметров процесса — температуры, давления, состава исходного сырья и т. д.

В замкнутой системе, состоящей из смеси углеводородного топлива, воздуха и пара, в значительных количествах обычно содержатся такие химические элементы, как углерод, водород, азот, кислород, сера.

В том случае, когда скорость протекающих реакций и время пребывания реагентов в реакционной зоне достаточно велики, выход и состав конечных продуктов определяются термодинамикой процесса.