

Рис. 3.

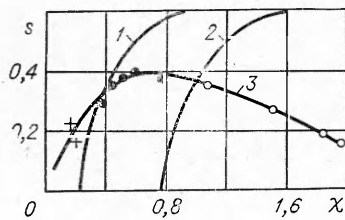


Рис. 4.

метра v у пороха H падает до 0,35 и область устойчивости для данных условий меняется (кривая 1). Это приводит к тому, что в области давлений около 15 атм наблюдается переход работы двигателя с одного режима на другой. При дальнейшем уменьшении среднего давления в камере этот режим также становится неустойчивым и в соответствии с теорией наблюдается еще один аperiодический переход на новый уровень давления.

Принимая во внимание тот факт, что при расчете использовались постоянные величины параметров $k = (\partial \ln \dot{u} / \partial T_0) \times (T_s - T_0) = 1,5$ и $r = (\partial T / \partial T_0) = 0,3$, которые также могут меняться с давлением, полученное совпадение выводов теории с данными экспериментов следует признать удовлетворительным.

Экспериментальные данные настоящей работы находятся в качественном согласии с результатами [6], где была показана возможность перехода с одного стационарного режима работы двигателя на другой с помощью впрыска хладагента в камеру сгорания. Исследования [3, 6] и данной статьи о принципиальной возможности осуществления нескольких стационарных режимов работы РДТТ является новым для внутренней баллистики и требуют дальнейшего изучения.

ИХФ АН СССР,
Москва

Поступила в редакцию
15/VII 1975

ЛИТЕРАТУРА

1. Ю. А. Гостинцев, Л. А. Суханов, П. Ф. Похил. ПМТФ, 1971, 6.
2. Ю. А. Гостинцев, Л. А. Суханов. ФГВ, 1974, 10, 6.
3. В. Н. Вилунов, А. П. Руднев. ПМТФ, 1972, 6.
4. А. А. Зенин. ФГВ, 1966, 2, 3.
5. А. А. Зенин, О. И. Нефедова. ФГВ, 1967, 3, 1.
6. R. L. Glick, R. E. Askins. Bistable solid propellant Rocket motor. Патент США. РЖ «Авиационные и ракетные двигатели», 1970, № 7, 7. 125П.

О НЕКОТОРЫХ ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ВЛИЯНИЯ СВИНЦОВО-МЕДНЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НА СКОРОСТЬ ГОРЕНИЯ БАЛЛИСТИЧНОГО ПОРОХА

А. С. Андросов, А. П. Денисюк, Н. П. Токарев

В работах [1—5] исследован механизм действия комбинированных катализаторов, состоящих из различных соединений свинца и меди, при горении порохов и отдельных ВВ. Конкретных же результатов по влиянию этих добавок на скорость горения опубликовано недостаточно. Такие данные необходимы как основа для изучения механизма катализа и

правильной интерпретации результатов, полученных различными (в том числе и косвенными [5, 6]) методами. В связи с этим в данной работе детально исследовано влияние свинцово-медных катализаторов на скорость горения пороха Н. Двуокись свинца и окись меди с размером частиц около 1 мкм вводилась в порох сверх 100%. Скорость горения образцов определялась в бомбе постоянного давления в атмосфере азота.

На рис. 1 представлена зависимость скорости горения образцов с индивидуальными и комбинированными катализаторами при различном соотношении PbO_2 и CuO . Окись меди почти не ускоряет горение пороха, PbO_2 при 20 кг/см² повышает скорость до 8 мм/с, т. е. в 2,2 раза, которая с ростом давления до 70 кг/см² остается почти постоянной. Влияние комбинированного катализатора очень сильно зависит от соотношения PbO_2 и CuO и давления, при котором горит порох (рис. 2).

В области низких давлений (10 кг/см² и ниже) эффекта усиления при совместном введении PbO_2 и CuO в любом их соотношении не наблюдается. И в вакууме окись меди также не усиливает влияния PbO_2 [7]. При давлениях выше 10—20 кг/см² CuO способна значительно усиливать действие PbO_2 , но это происходит лишь тогда, когда ее содержание в комбинированном катализаторе превосходит количество PbO_2 . При этом чем больше CuO , тем выше давление, при котором на кривой $u(p)$ начинается площадка или падение скорости. Однако при снижении доли PbO_2 до 0,1% и менее действие комбинированного катализатора резко падает.

Отмеченные закономерности характерны во всем изученном (до 8%) интервале концентраций катализаторов. Из рис. 3 следует, что катализатор, в котором соотношение $PbO_2 : CuO$ составляет 1:7, на скорость горения пороха влияет значительно сильнее, чем катализатор с равным их количеством.

Приведенные данные показывают, что катализ горения порохов комбинированными добавками чрезвычайно сложен. В работе [2] значительное увеличение скорости горения при совместном введении соединений свинца и меди объясняется их одновременным действием в различных зонах го-

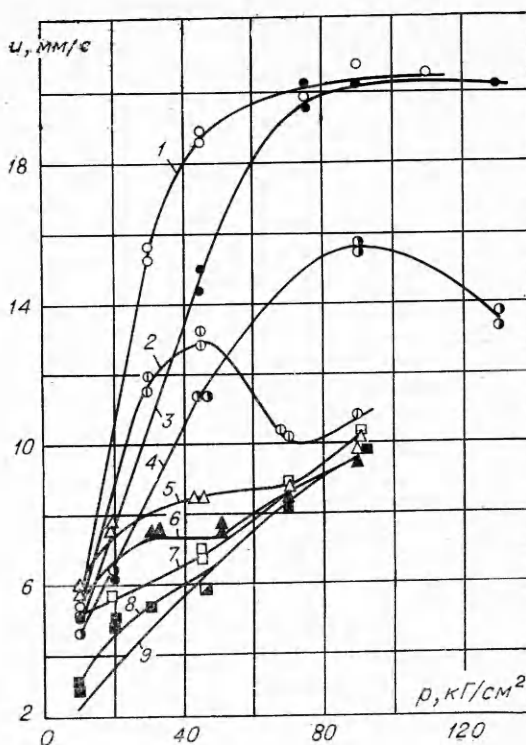


Рис. 1. Влияние 2%-ных комбинированных катализаторов на скорость горения пороха Н.

1—0,3% PbO_2 +1,7% CuO ; 2—0,5% PbO_2 +1,5% CuO ; 3—0,2% PbO_2 +1,8% CuO ; 4—0,1% PbO_2 +1,9% CuO ; 5—2% PbO_2 ; 6—1,0% PbO_2 +1,0% CuO ; 7—1,5% PbO_2 +0,5% CuO ; 8—2% CuO ; 9—эталон.

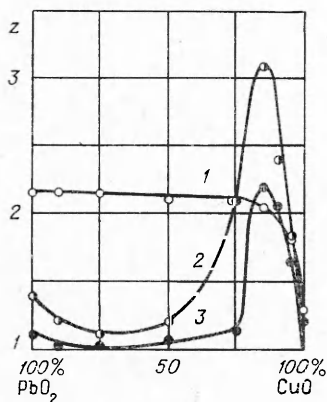


Рис. 2. Влияние соотношения между PbO_2 и CuO на эффективность действия комбинированного катализатора (суммарное количество добавок 2%). Давление, кг/м²: 1—10, 2—45, 3—90.

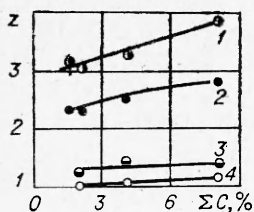


Рис. 3. Зависимость эффективности влияния катализаторов с различным соотношением PbO_2 и CuO 1, 2—1 : 7, 3, 4—1 : 1 от содержания их в порохе. Давление, $кГ/см^2$: 1, 3—45, 2, 4—90.

рения пороха. Однако представляется, что эта схема не объясняет всей полноты наблюдаемого явления. Действительно, если бы это было только так, тогда эффект влияния комбинированного катализатора на скорость горения не зависел бы так сильно от соотношения компонентов. По-видимому, более обосновано предположение о раздельном влиянии каждой добавки на различные химические реакции в зонах, определяющих скорость горения. Однако главное заключается в том, что одна из добавок создает для другой условия для проявления каталитической активности, например, за счет частичного изменения состава продуктов термического превращения к-фазы. В пользу этого говорит то, что PbO_2 оказывает существенное влияние на состав продуктов, образующихся на начальной стадии термического разложения пороха Н [6]. При этом в зависимости от соотношения окислов свинца и меди, а также от внешнего давления состав реакционной среды к-фазы будет, по-видимому, меняться, что приведет к изменению каталитической активности добавок.

В [2, 3] отмечалось, что соединения меди при горении порохов и их компонентов ускоряют газофазные реакции. Возможно, что при низких (менее 10 кГ/см^2) давлениях вследствие значительного испарения легколетучих компонентов пороха и диспергирования [8] в реакционном слое к-фазы образуется недостаточно промежуточных газообразных продуктов, взаимодействие которых ускоряет CuO .

При высоких давлениях в результате более глубокого разложения компонентов пороха [9] концентрация отдельных веществ может значительно повышаться, что в принципе может привести к отравлению того или другого катализатора. Это обстоятельство может быть причиной сложной зависимости $u(p)$, в том числе появления площадки или падения скорости с ростом давления.

Московский химико-технологический институт

Поступила в редакцию 19/V 1975

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Денисюк, А. Е. Фогельзанг. Изв. вузов. Химия и химическая технология, 1971, 14, 6.
2. В. М. Мальцев, М. Саммерфильд. ФГВ, 1973, 9, 1.
3. А. С. Андросов, А. П. Денисюк и др. ФГВ, 1975, 11, 1.
4. В. В. Александров, А. В. Болдырева и др. Докл. АН СССР, 1973, 210, 1.
5. В. В. Александров, Р. К. Тухтаев и др. ФГВ, 1974, 10, 4.
6. А. С. Андросов, А. П. Денисюк и др. ФГВ, 1974, 10, 3.
7. А. П. Денисюк, В. М. Кувшинов и др.— В сб.: Вопросы теории взрывчатых веществ. Тр. МХТИ им. Д. И. Менделеева, вып. 83, 1974.
8. П. Ф. Похил.— В сб.: Физика взрыва, № 12. М., Изд-во АН СССР, 1953.
9. П. Ф. Похил. ФГВ, 1969, 5, 3.