

ПИСЬМО В РЕДАКЦИЮ

О ВЛИЯНИИ ХИМИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ ИНГИБИТОРА
НА ГОРЕНИЕ ГЕКСОГЕНА

А. П. Глазкова, Э. Г. Розанцев, В. К. Боболев, Л. А. Скрипко
(Москва)

При изучении ингибирующего действия восстановителей на горение взрывчатых веществ было установлено [1], что наиболее эффективным ингибитором горения гексогена является уретан. Помимо уретана сильное уменьшение скорости горения — 3 раза (особенно в области умеренно повышенных давлений) — оказывало добавление к гексогену централита, *o*-аминофенола и в 3,5 раза — добавление дифенила.

В настоящей работе изучалось горение гексогена в присутствии соединений разных классов. Эффективность действия добавок оценивалась, как и ранее в [1], коэффициентом α , равным отношению массовой скорости горения чистого гексогена к скорости

№ п. п.	Химическое соединение	Давление, кг/см ²					
		12	50	100	200	250	350
1	Трифенилметан	4,0	3,6	2,1	1,3	1,2	1,2
2	2-Фенилиндол	4,0	2,7	2,3	1,5	1,3	1,3
3	Антрацен	3,8	3,3	2,4	1,8	1,5	1,2
4	2,2,6,6-Тетраметил-4-оксипиперидин-1-оксил	3,2	2,7	2,0	1,3	1,3	1,2
5	2,2,6,6-Тетраметил-4-карбметоксиамидопиперидин-1-оксил	3,0	2,5	1,8	1,4	1,3	1,3
6	Трифенилкарбинол	2,9	2,4	2,4	1,4	1,2	1,2
7	Карбазол	2,7	2,0	1,6	—	—	—
8	Диметилди(<i>n</i> -фениламино-Феноксисилан	2,6	2,3	1,9	1,5	1,3	1,3
9	Ди- <i>n</i> -Этоксифениламид адипиновой кислоты	2,3	2,2	2,2	—	—	—
10	4,4-Диметоксидифениламин	2,2	2,2	1,6	—	—	—
11	Тиомочевина- <i>n</i> -аминодифениламин	2,2	1,4	1,9	1,4	1,2	1,3
12	1,3-ди- <i>n</i> -Фениламинофеноксис-2-окси-пропан	2,2	2,0	1,7	—	—	—
13	Гетероауксин	2,1	1,8	1,4	1,2	1,2	1,1
14	ди- <i>n</i> -Фениламинофениловый эфир пробковой кислоты	2,1	1,7	1,4	—	—	—
15	Диметилди(<i>n</i> - β -нафтиламинофеноксисилан	2,0	1,7	1,4	—	—	—
16	Глутаровая кислота	1,9	1,4	1,4	—	—	—
17	Этилендиаминотетрауксусная кислота	1,7	1,4	1,3	—	—	—
18	2,2,6,6-Тетраметил-4-хлорацетил-оксипиперидин-1-оксил	1,7	1,5	1,6	—	—	—
19	Трифениламид фосфористой кислоты	1,4	1,5	1,4	—	—	—
	* Массовая скорость горения гексогена	0,6*	1,82*	3,2*	5,6*	6,8*	9,1*

горения гексогена, содержащего 10% добавки. Опыты проводились в интервале давлений 5—350 ат. Полученные в работе результаты приведены в таблице в порядке уменьшения значений α .

Анализ экспериментальных данных показывает, что наибольшую ингибирующую способность (для удобства будем сопоставлять влияние ингибиторов при низких давлениях — 12 ат) проявляют соединения ароматического характера. Наиболее мощным ингибирующим эффектом из числа исследованных веществ обладают трифенилметан, 2-фенилиндол и антрацен ($\alpha \approx 4$).

Интересно отметить, что замена водорода в трифенилметане ($\alpha=4$) на гидроксил трифенилкарбинол приводит к резкому уменьшению ингибирующего действия ($\alpha=2,9$). Еще более резко падает ингибирующее действие в ряду следующих соединений: 2-фенилиндол ($\alpha=4,0$), карбазол ($\alpha=2,7$), гетероауксин ($\alpha=2,1$) при введении карбоксильной группы. Наличие фенольного гидроксила, напротив, благоприятствует ингибирующему эффекту. Так, замена его в добавке 4 ($\alpha=3,2$) на карбометоксиамидогруппу (добавка 5) привела к снижению α до 3,0, а при введении атома хлора — до 1,7.

Известно [2], что фенольный гидроксил является ответственным за антиокислительные свойства некоторых стероидов, что обусловлено их реакцией с перекисными радикалами окисляемого вещества, не исключено в связи с этим наличие подобных реакций и при горении.

Соединения, в молекулу которых входят ионогенные группировки, а также такие элементы, как фосфор, кремний и сера, ингибируют горение гексогена еще слабее. Особенно низким эффектом обладают соединения, содержащие в своем составе галоиды (например, добавка 18).

Различия в эффективности исследованных соединений, по-видимому, связаны с двойственной ролью, которую могут играть функциональные производные различных классов в процессе горения — собственно ингибирование и инициирование разложения гексогена. Под воздействием химически активных продуктов распада гексогена ингибиторы могут превращаться в более или менее устойчивые промежуточные продукты, способные либо инициировать процесс, либо, напротив, подавлять его путем связывания активных продуктов реакции. Несомненно, что первых три ингибитора способны под воздействием активных радикалов (окислителей) превращаться в стабильные свободнорадикальные системы, способные наиболее эффективно связывать активные продукты распада.

Падение ингибирующего действия для всех изученных добавок с ростом давления обусловлено, по-видимому, тем, что роль реакций, протекающих в реакционном слое конденсированной фазы (где, вероятно, и имеют место реакции ингибирования), с ростом давления уменьшается и ведущее значение приобретают газофазные реакции.

*Поступила в редакцию
12/XII 1968*

ЛИТЕРАТУРА

1. А. П. Глазкова. Докл. АН СССР, 1968, 181, 2, 383.
2. Н. А. Захарова, С. И. Шолина и др. Изв. АН СССР, ОХН, 1966, 3, 456.