

ВЛИЯНИЕ КАТАЛИЗАТОРОВ НА СКОРОСТЬ ГОРЕНИЯ ТВЕРДОТӨПЛИВНЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ АСД-6 И ПАП-1

С.Х. Акназаров^{1,2}, О.С. Байракова², А.Ж. Мутушев^{1,2}, О.Ю. Головченко^{1,2}, Аллан И.К.^{1,2}

¹ *әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы, Қазақстан*

² *ТОО «Научный производственно-технический центр Жалын»*

Стратегия развития оборонно-промышленного комплекса требует развития и внедрения приоритетных технологий, синтеза новых функциональных материалов, с использованием казахстанского сырья.

Новизна проводимой работы заключается в фазостабилизации нитрата аммония и использовании его в качестве окислителя. Традиционно используемый окислитель перхлорат аммония (ПХА) при горении образует ряд токсичных хлорсодержащих соединений. Полная или частичная замена ПХА на окислитель на основе нитрата аммония (НА) является перспективным направлением в области создания экономичных и экологически чистых высокоэнергетических материалов ВЭМ. Применение фазостабилизированного нитрата аммония снижает коэффициент температурной чувствительности топливных композиций, улучшает их реологические характеристики.

В качестве металлического горючего вместо штатного алюминия марки АСД использовали высокоактивный порошок ПАП-1 и модифицированный металлами алюминий. Применение алюминия марки ПАП-1 и алюминия, модифицированного металлами, повышает температуру горения процесса, скорость, а также снижает индукционный период зажигания и температуру воспламенения. В качестве катализаторов использованы диоксид кремния (SiO₂) марки ХЧ, со средней дисперсностью не более 50 мкм, и двуххлористое олово (SnCl₂).

В проведенных экспериментах было показано, что введения алюминия выше 15-20 масс. % от топливной массы приводят к снижению скорости горения и повышению содержания конденсированных продуктов горения и не полноте выгорания алюминия.

Компоненты топливной смеси тщательно перемешивались в течение 30 минут для получения однородной массы, затем вводились катализаторы и снова перемешивались в течение 30 минут.

К соединениям, влияющим на повышение активности алюминия, следует отнести соединения, влияющие на распад оксидной пленки алюминия.

В работе исследовалось влияние добавки диоксида кремния (SiO₂), дисперсности порошков алюминия на скорость горения топлив с бесхлорным окислителем. Эксперименты проводились на двух базовых составах с коэффициентом избытка окислителя 0,5. Составы содержали нитрат аммония, стабилизированный нитратом калия, инертное горючее связующее (каучук СКДМ-80), алюминий марки АСД-6 и алюминиевую пудру. Содержание алюминия изменялась от 15 до 28 масс. %, за счет изменения соотношения нитрата аммония и горючего-связующего. В металлическом горючем содержание ПАП-1 варьировалось от 0 до 100 от расчетного содержания, SiO₂ – 0-2 масс. % сверх 100 % от массы топлива. В таблице 1 приведены данные экспериментов.

Влияние оксида кремния SiO₂ на характер горения ВЭМ, объясняется действием этой добавки на горение частиц алюминия. На процесс горения алюминия значительное влияние оказывает наличие на поверхности металлической частицы пленки из тугоплавкого оксида алюминия. Добавка диоксида кремния приводит к разрушению оксидного слоя на поверхности алюминиевой частицы при горении, с образованием жидких эвтектик, что приводит к увеличению скорости горения.

Таблица 1 – Влияние диоксида кремния на скорость горения системы

Номер состава	Содержание, % масс			Скорость горения		K _{SiO₂}
	SiO ₂	АСД-6	ПАП-1	ϑ, мм/с	ϑ _{SiO₂} , мм/с	
1	–	100		0,28 ±0,1		
2	–		100	0,28 ±0,1		
3	–	50	50	0,28±0,1		
4	2	100	–	0,98 ±0,1	1,49 ±0,1	1,52
	2	–	100	2,3 ±0,1	3,5 ±0,1	1,56
	2	50	50	1,5 ±0,1	2,3 ±0,1	1,53
5	–	100	–	1,0 ±0,1	1,28 ±0,1	1,28
6	–	50	50	1,87 ±0,1	2,17±0,1	1,16

K – коэффициент эффективности введения каталитической добавки. $K=v_1/v$, где v_1 – скорость горения с добавкой оксида кремния, v – скорость горения системы без добавки катализатора.

Введение диоксида кремния в состав высокоэнергетической системы увеличивает скорость горения состава 3, содержащего алюминий 15 масс. %, в 1,3-1,7 раза по отношению к базовому составу. Скорость горения топлива при введении в состав SiO₂ тем выше, чем выше содержание в составе топлива алюминия марки ПАП-1. Введение SiO₂ в состав топлива, не содержащего металлическое горючее, не влияет на скорость горения системы.

Исследовалось влияние добавки диоксида кремния на горение высокоэнергетических систем на основе активного горючего-связующего. В качестве активного горючего-связующего использовался полиуретановый каучук, пластифицированный нитроглицерином (марка НГУ) α – 0,5.

Разработаны новые оптимальные составы твердых топлив на основе фазостабилизированного нитрата аммония, алюминиевой пудры, АСД-6 и модифицированного алюминия.

Для всех исследуемых систем оптимальное количество алюминия 15 масс. %. Повышение содержания алюминия приводит к повышению адиабатической температуры, но снижению удельного импульса из-за образования большего количества конденсированной фазы в виде оксида алюминия.