

ХИМИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ И МЕХАНИЗМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ СМЕСЕЙ СВЕТОЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ВВ НА ОСНОВЕ ТЭНА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

А.В. Станкевич, А.Р. Бакиров, И.В. Чемагина

Федеральное государственное унитарное предприятие «Российский Федеральный Ядерный Центр – Всероссийский НИИ технической физики имени академика Е.И. Забабахина», Снежинск, Россия

Цель – изучение механизмов термического разложения светочувствительных ВВ на основе тэна

Оценка химической совместимости компонентов смесевых энергетических веществ является необходимым знанием при ответе на вопросы безопасности веществ. При этом, основной упор делают на термическую стойкость и характер изменения протекания химических реакций: константы скорости реакций, энергия активации и интенсивность процесса. Светочувствительные материалы [1, 2], как правило, создаются на базе высокоэнергетического вещества с добавками, поглощающими и преобразующими энергию электромагнитного излучения. Однако, в большинстве случаев такие добавки являются не только оптическими, но и термическими, механическими сенсibilizаторами для энергетического материала, что сильно увеличивает чувствительность к внешним воздействиям.

В данной работе химическая совместимость оценивалась методами термического, спектрального и дифракционного анализа композиций светочувствительных ВВ на основе пентаэритриттетранитрата. В качестве добавок адсорбентов ЭМИ использовались углеродные нанотрубки, нанодисперсные металлы: алюминий, медь, никель, титан, а также оксиды молибдена и меди. Изменений структурных и химических свойств основного компонента при смешении не зафиксировано.

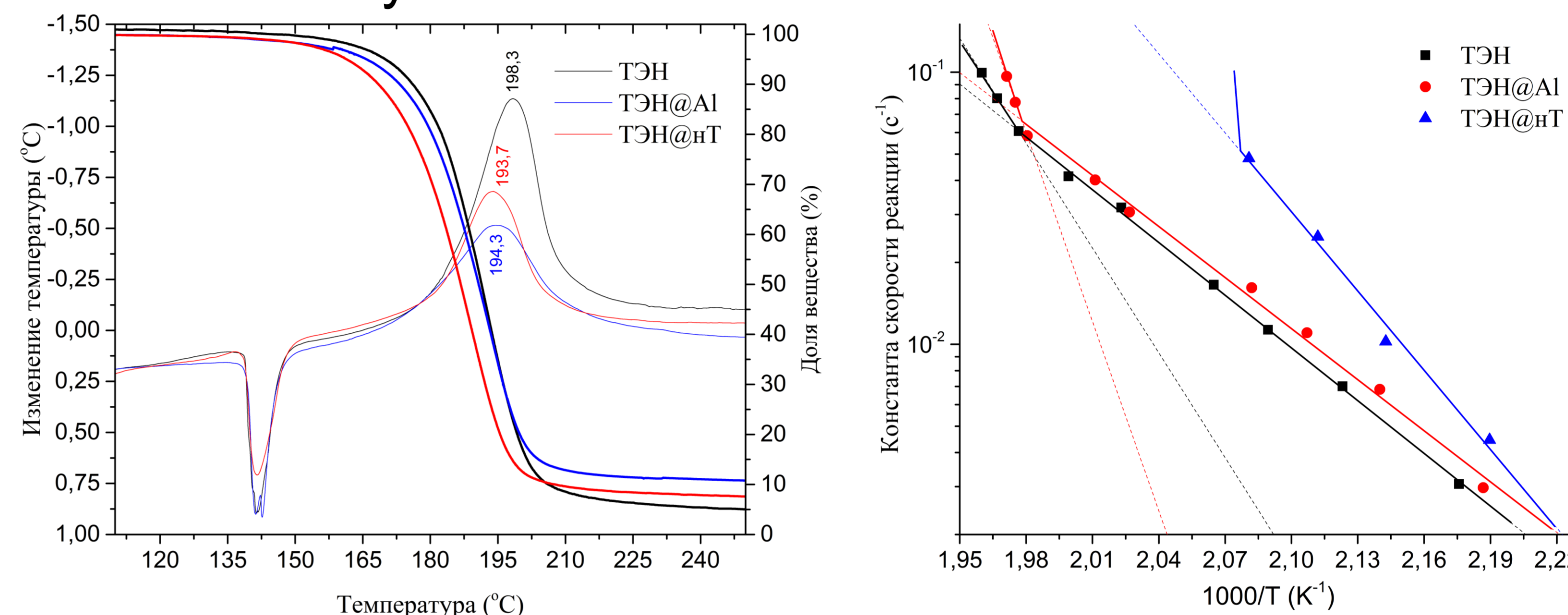
Механизмы взаимодействия компонентов определялись изоконверсионными методами с параллельными масс-спектрометрическими измерениями.

$$\log \left[\frac{-\log(1-\alpha)}{T^2} \right] = \log \frac{AR}{\beta E_a} \left[1 - \frac{2RT}{E_a} \right] - \frac{E_a}{2.303RT}$$

$$\ln \frac{\chi}{T_r^2} = \ln \frac{AR}{E_a g(x)} - \frac{E_a}{RT_r} \quad T_{p0} = T_{pi} - (a\chi + b\chi^2 + c\chi^3)$$

$$\ln \left(\chi \frac{d\alpha}{dT_\alpha} \right) = \ln [kf(\alpha)] - \frac{E_{a\alpha}}{RT_\alpha} \quad T_m = \frac{E_a - \sqrt{E_a^2 - 4E_a RT_{p0}}}{2R}$$

$$T_{SADT} = T_m - \frac{RT_m^2}{E_a}$$



Наименование вещества	Стадия процесса	Кинетическое уравнение реакции	Энергия активации, кДж/моль	Log A	T _{SADT}
ТЭН	I	$k (c^{-1}) = 3.52 \times 10^{11} e^{(-14890/T)}$	124	11,55	105
	II	$k (c^{-1}) = 2.84 \times 10^{24} e^{(-29578/T)}$	246	24,4	
ТЭН@Al	I	$k (c^{-1}) = 1.53 \times 10^{11} e^{(-14408/T)}$	120	11,18	98
	II	$k (c^{-1}) = 1.70 \times 10^{45} e^{(-53375/T)}$	444	45,23	
ТЭН/нТ	I	$k (c^{-1}) = 6.50 \times 10^{18} e^{(-22287/T)}$	185	18,81	82
	II	$k (c^{-1}) = 2.30 \times 10^{72} e^{(-63518/T)}$	530	84,32	

Вывод

Окисления металлов продуктами разложения тэна не происходит. Основной вклад в кинетику и механизмы термического разложения смесей тэна с металлами вносит теплопроводность. Углеродные нанотрубки и примеси вступают в химическое взаимодействие с продуктами разложения тэна. Максимальная теплопроводность наблюдается в смеси тэн@нТ. Показан характер увеличения скорости протекания разложения энергетических материалов при термическом воздействии и общее снижение термостойкости. С учётом известных законов теплопроводности [3], построены дифференциальные уравнения кинетики протекания химических реакций термического разложения светочувствительных энергетических материалов. На основе построенных уравнений проведена оценка вклада сенсibilizаторов в направления протекания химических реакций и их роль в химических процессах.

[1] Зайцев Б.Н. Лазерное взрывание материалов. – М.: «Onebook.ru», 2014.

[2] Таржанов В.И., Сдобнов В.И., Зинченко А.Д., Погребов А.И. Лазерное инициирование низкоплотных смесей тэна с металлическими добавками // ФГВ. – 2017. – т. 53, № 2 – С. 118-125.

[3] Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика, Т. VII. Теория упругости: Учеб. пособ. – Издание 4-е. испр. и доп. – М.: Наука, 1987.