

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭВТЕКТИЧЕСКИХ КОМПОЗИЦИЙ 2,4-ДИНИТРОАНИЗОЛА С БЕНЗОТРИФУРОКСАНОМ

А. Н. Малоярославцев, А. В. Сарафанников, А. И. Ахметзянов, А. Ю. Тарасов, К. А. Гайсина

ФГУП «РФЯЦ – ВНИИТФ им. академ. Е. И. Забабахина», Снежинск, Россия

В настоящее время актуальна проблема поиска связующих компонентов, не ухудшающих технологические и повышающих эксплуатационные характеристики литевых смесевых ВВ. Одним из таких связующих является 2,4-динитроанизол (ДНА) – энергетический материал, который используется в качестве плавкого компонента в литевых смесевых ВВ пониженной чувствительности к внешним воздействиям [1, 2]. ДНА широко применяется во взрывчатых составах, применяемых в странах альянса НАТО [3, 4].

В настоящей работе рассматривается возможность использования ДНА в качестве плавкой матрицы в двухкомпонентных плавких смесях с другими ВВ, например бензотрифуроксаном (БТФ), что, предположительно, позволит повысить энергетические характеристики и снизить при этом чувствительность к внешним воздействиям. В работе представлены результаты исследования смесей БТФ/ДНА с различным мольным соотношением компонентов, а также диаграмма плавкости (рис.1), построенная на основе температур плавления ($T_{пл}$) и интенсивного разложения ($T_{ир}$), определенных методом дифференциально-сканирующей калориметрии (ДСК).

Анализируя диаграмму плавкости, можно выделить следующие особенности:

- первый пик на ДСК-кривых соответствует плавлению эвтектики. Значение температуры плавления эвтектики составляет $67,4 \pm 3,5^\circ\text{C}$ для всех исследованных СВВ;
- второй пик соответствует плавлению вещества, которое находится в избытке. Для левой части диаграммы до точки $T_э$ в избытке находится БТФ, для правой части диаграммы после $T_э$ – ДНА;
- смещение пика плавления вещества, которое находится в избытке, в сторону более низких температур до $T_э$;
- точка эвтектики $T_э$ получена с помощью прогноза, выполненного в Microsoft Excel, и соответствует соотношению компонентов БТФ/ДНА – [85:15] %моль. Для $T_э$ характерна максимальная однородность смеси и длительное время кристаллизации;
- в левой части диаграммы в образцах с избытком БТФ отмечается участок, обозначенный красной линией, близкий к горизонтальному. Наличие и повторяемость эндотермических пиков на ДСК-кривых на данном участке свидетельствует о наличии «неизвестного вещества» в смесях БТФ/ДНА с избытком БТФ.

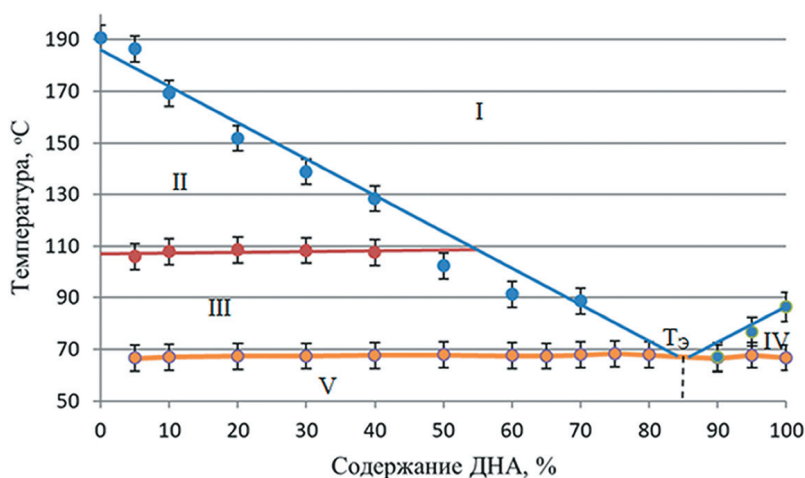


Рис. 1. Диаграмма плавкости сплавов ДНА/БТФ от количества ДНА в составе

I – Жидкая фаза (ДНА+БТФ); II – Жидкая фаза (ДНА+БТФ) + твердая фаза БТФ; III – Жидкая фаза (ДНА+БТФ) + твердая фаза БТФ + твердая фаза новое в-во; IV – Жидкая фаза (ДНА+БТФ) + Твердая фаза ДНА; V – Твердая фаза (ДНА+БТФ);

$T_э$ – Точка эвтектики; линия солидус обозначена оранжевым цветом; линия ликвидус обозначена синим цветом; плавление неизвестного вещества – красная линия



Рис. 2. Зависимость $T_{ИР}$ сплавов ДНА/БТФ от количества ДНА в составе

Предполагается, что причиной возникновения новой фазы могут являться β и α полиморфные модификации ДНА [5], а также возможное образование молекулярного комплекса БТФ • ДНА [6].

На рисунке 2 приведены зависимость температуры интенсивного разложения сплавов от содержания ДНА в составе.

Анализ экзотермических пиков показал, что $T_{ИР}$ БТФ слабо меняется от количества ДНА, однако БТФ в смеси оказывает значительное влияние на $T_{ИР}$ ДНА.

В ходе работы была построена диаграмма плавкости для композиции ДНЭ/БТФ и найдена точка эвтектики – $67,4 \pm 3,5^\circ\text{C}$. Выявлено снижение $T_{ИР}$ ДНА на 69°C , что свидетельствует о влиянии содержания БТФ в композиции на $T_{ИР}$ ДНА, аналогичный параметр для БТФ менялся в пределах погрешности измерений. В то же время, наличие полиморфизма у ДНА и образование нового вещества неизвестной природы ограничивают применение исследуемых композиций в смесевых ВВ и требуют дальнейшего изучения.

Литература

1. **Синюшкин, А. Н.** Основы взрывного дела и технологии пиротехнических работ [Текст] : учеб. пособие / А. Н. Синюшкин, А. О. Кушко. – К. : «Хай-Тек Пресс», 2012. – 560 с.
2. **Симаков, Ф. А.** Исследование физико-химических свойств 2,4-динитроанизола промышленного производства [Текст] // Сборник тезисов по материалам Международной конференции «XIII Заббахинские научные чтения». – М. : РФЯЦ – ВНИИТФ, 2017. – С. 97–98.
3. **Trzciński, W. A.** A Comparison of the Sensitivity and Performance Characteristics of Melt-pour Explosives with TNT and DNAN Binder [Text] / W. A. Trzciński, S. Cudziło, S. Dyjak, M. Nita // Central European Journal of Energetic Materials. –2014. – Vol. 11, No. 3. – P. 16–18.
4. **Chow, T. M.** Analysis of New Generation Explosives in the Presence of U.S. EPAMethod 8330 Energetic Compounds by High-Performance Liquid Chromatography [Text] / T. M. Chow, M. R. Wilcoxon, M. D. Piwoni1, S. W Maloney // Journal of Chromatographic Science. –2009. – Vol. 47, No. 7. – P. 29–37.
5. **Тарасов, А. Ю.** Особенности поведения 2,4-динитроанизола при нагревании [Текст] / А. Ю. Тарасов и др. // Сборник докладов по материалам XXV конференции по вопросам газодинамики. – Саров: РФЯЦ – ВНИИЭФ, 2018. – Т. 2. – С. 49–57.
6. **Хмелев, Д. В.** Структура и энергия образования комплекса БТФ-бензол [Текст] / Хмелев Д. В. и др. // Менделеевские коммуникации. – 2021. – Т. 31, № 2. – С. 197–200.