

**Федеральное государственное казенное военное
образовательное учреждение высшего образования
«Военная академия Ракетных войск стратегического назначения
имени Петра Великого»
Министерства обороны Российской Федерации**

143900, Московская обл., г. Балашиха, ул. Карбышева, д.8

Экз.№ 2

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Смирновой Анастасии Дмитриевны
на тему «Термическое разложение и горение гибридных
гетероциклических соединений», представленной на соискание ученой
степени кандидата химических наук по специальности 2.6.12. - Химическая
технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Анализ результатов отечественных и зарубежных исследований в области разработки новых высокоэнергоемких веществ свидетельствует о том, что решение указанной задачи может быть достигнуто, в том числе, за счет синтеза гибридных соединений, содержащих различные гетероциклические системы. Например, при сочетании тетразольного и пиразольного циклов вещества обладают повышенной положительной энталпией образования, высокой скоростью горения, а также удовлетворительной термической стабильностью и пониженной чувствительностью к механическим воздействиям.

Практический интерес в качестве энергоёмких соединений представляют гибридные молекулы, в которых ациклические нитрамины сочетаются с фуразановым или тетразольным кольцом, в которых фуразановый цикл обеспечивает положительную энталпию образования, высокую плотность и приемлемую термическую стабильность, а нитрамины содержат активный кислород.

Однако практическое применение новых гибридных соединений возможно при наличии фундаментальных знаний о влиянии ряда факторов на термическую стабильность и закономерности горения при их синтезе на основе производных пиразола, фуразана и тетразола, а также линейных нитраминов.

Анализ ситуации с синтезом и исследованием комплекса свойств гибридных соединений свидетельствует о том, что **тема** диссертационной работы Смирновой А.Д. безусловно **актуальна**.

Целью работы являлось исследование закономерностей влияния различных факторов на термическую стабильность и закон горения новых гибридных соединений.

Достижение поставленной цели обеспечено решением задач, сформулированных автором.

Научная новизна работы включает:

- установленную лимитирующую стадию термического распада N-(нитропиразолил)тетразолов и кинетические параметры их разложения, стабильность которых снижается с увеличением электроотрицательности нитропиразольного фрагмента. Кинетика разложения в твердой фазе N-(пиразолил)тетразолов в значительной степени зависит от эффекта подплавления и протекания азидо-тетразольной изомеризации, а гетероциклическое кольцо снижает термостабильность азациклических нитраминов за счет ослабления связи N-NO₂;

- установленную ведущую реакцию горения гибридных соединений на основе ациклических нитрамино в совместно с фуразановым или тетразольным кольцом в конденсированной фазе, а также хорошее согласование кинетики термического разложения в жидкой фазе с кинетическими параметрами в волне горения;

- обнаруженное редкое явление при горении 1,4,5,8-тетранитродифуразано[3,4-c][3,4-h]тетраазадекалина, когда температура поверхности горения определяется не температурой кипения исходного вещества, а температурой кипения промежуточного стабильного продукта разложения.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается в том, что:

- получены кинетические данные по разложению ряда N-(нитропиразолил)тетразолов и гибридных соединений на основе ациклических нитраминов, сопряженных с фуразановым или тетразольным кольцом;

- установлены условия использования и хранения новых соединений, повышена точность корреляции констант разложения циклических нитраминов и длины связей N-NO₂, позволяющих прогнозировать стабильность новых гипотетических соединений данного класса;

- в качестве модификаторов горения энергоёмких композитов предложены быстрогорящие соединения N-пиразолилтетразолы, определены такие физико-химические параметры, как температуропроводность и давление паров исследованных веществ.

Изложенное в автореферате содержание работы дает достаточно полное представление о значительном объеме выполненных исследований, подтверждает обоснованность научных положений, выводов, рекомендаций и достоверность полученных результатов.

Вместе с тем, в автореферате не приведены структуры, на примере которых показано использование полученной корреляции между длиной самой слабой связи N-NO₂ циклического нитрамина и константой скорости распада.

Однако указанное замечание не снижает научной и практической значимости работы в целом.

Диссертационная работа Смирновой Анастасии Дмитриевны по актуальности, научной новизне, теоретической и практической значимости соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, действующих «Положений о порядке присуждения учёных степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева», утвержденных приказом ректора от 17 сентября 2021г. №1523, а её автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности 2.6.12. - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Старший научный сотрудник научно-исследовательского центра
Военной академии РВСН имени Петра Великого
Почтовый адрес 143900, Московская обл., г. Балашиха, ул. Карбышева,
д.8.
Контактный телефон 8(985)9284514, e-mail: varvsn@mil.ru.
доктор технических наук по специальности 20.02.19 – Специальные
топлива и горючесмазочные материалы
профессор

Павловец Георгий Яковлевич

« 8 » ноября 2022 года

Подпись доктора технических наук, профессора Павловца Георгия Яковлевича заверяю.

Начальник отдела кадров Военной академии РВСН им. Петра Великого
подполковник

Е.В. Иванов

« 9 » ноября 2022 г.

