



ФЕДЕРАЛЬНОЕ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ДВОЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «СОЮЗ»

Россия, 140090, Московская обл.,  
г. Дзержинский,  
ул. Академика Жукова, д. 42  
тел.: 8(495)551-76-00, факс: 8(495)551-11-44  
E-mail: soyuz@fcdt.ru  
01.11.2002 № 6884/014

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

УТВЕРЖДАЮ  
Зам. генерального директора  
по НИР,  
доктор технических наук



—А.А.Матвеев

## 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.

В настоящее время научным сообществом проявляется интерес к гибридным молекулам, состоящим из несколько гетероциклических фрагментов. Поскольку для каждого из гетероциклов характерны свои физико-химические свойства, комплекс свойств, в том числе энергетических, которые может проявлять такое соединение довольно обширный.

В работе Смирновой А.Д. изучены гибридные соединения, состоящие из пиразольного и тетразольного фрагментов, а также соединения, в состав которых входит циклический нитрамин сконденсированный с фуразановым или тетразольным кольцом. Все исходные гетероциклические соединения обладают положительной энталпией образования и способны к самоподдерживающемуся горению, зачастую с высокими скоростями горения. Исследование термической стабильности и закономерностей горения новых гибридных соединений является основополагающим для новых соединений, которые могут найти применение в качестве компонентов

твердых ракетных топлив и порохов, поэтому актуальность работы Смирновой А.Д. не вызывает никаких сомнений.

Детальное исследование термических свойств новых соединений позволило автору установить лимитирующую стадию разложения как исходных N-нитропиразолов, так и гибридных соединений на их основе, N-(нитропиразолил)тетразолов, а также определить кинетические параметры их распада. В работе обнаружено, что снижение термической стабильности N-(нитропиразолил)тетразолов, лимитирующей стадией которых является разрушение тетразольного цикла, связано с увеличением N-электроотрицательности нитропиразольного фрагмента. Кинетика распада N-(нитропиразолил)тетразолов, полученная при помощи экспериментальных методов, согласуется с теоретическими квантово-механическими расчётами. При изучении термического распада конденсированных ациклических нитраминов установлено, что снижение стабильности изученных молекул происходит из-за влияния гетероциклического кольца, которое ослабляет связь N-NO<sub>2</sub> в нитраминном фрагменте. Исследование закономерностей горения новых соединений позволило автору найти среди N-(пиразолил)тетразолов быстрогорящие соединения. Микротермопарные исследования в волне горения позволили установить, что для всех изученных соединений ведущая реакция горения находится в конденсированной фазе, а высокотемпературная кинетика согласуется с кинетикой термического распада в жидкой фазе. Найденные закономерности и тенденции позволяют автору сформулировать рекомендации по синтезу новых высокоэффективных энергетических гибридных соединений, в том числе и с высокими скоростями горения. Все вышесказанное определяет новизну диссертационной работы Смирновой А.Д.

Новые кинетические данные по разложению N-(нитропиразолил)тетразолов и гибридных соединений на основе ациклических нитраминов, корреляция электроотрицательности заместителя и термической стабильности соединений, а также расчётные условия безопасного хранения новых ЭМ характеризуют практическую и теоретическую значимость ее работы.

Применение современного комплекса физико-химических методов анализа и обработки полученных данных говорит об обоснованности научных положений и выводов, указанных в диссертации.

Следует, однако, отметить, что в автореферате встречаются различные ошибки и неточности:

1. Так, надписи на осях рисунка 5 написаны не на русском языке, на стр. 10 при сравнении термической стабильности веществ вместо 4-NPT повторно написан 1-NPT, при упоминании таблиц и рисунков в тексте они приводятся не в нужном падеже.

2. Наиболее привлекательным в практическом плане смотрится соединение NAPT, обладающее удовлетворительной термической стабильностью, высокой скоростью горения и отсутствием кислого протона в пиразольном фрагменте. Однако в автореферате отсутствуют энергетические характеристики полученных соединений, что затрудняет оценку практической значимости работы.

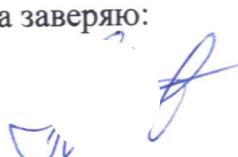
В целом, указанные замечания, не снижают общую ценность проведенного исследования. С учётом актуальности, научной новизны и практической значимости диссертация на тему «Термическое разложение и горение гибридных гетероциклических соединений» является законченным научным исследованием и соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям «Положениям о порядке присуждения учёных степеней в ФГБОУ ВО «РХТУ им. Д.И. Менделеева», утверждённым приказом ректора от 17 сентября 2021г. №1523, а её автор – Смирнова Анастасия Дмитриевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата химических наук по специальности по специальности 2.6.12. - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Отзыв рассмотрен и одобрен на заседании НТС ФГУП «ФЦДТ «Союз» (Протокол № 12 от 31.10.2022г).

Начальник отделения 14  
доктор технических наук  
(по специальности 05.17.07)

  
Н.И. Шишов

Подпись Шишова Николая Ивановича заверяю:  
Учёный секретарь,  
кандидат химических наук

  
М.М. Киреенко

(Контактные данные составителя отзыва)  
Адрес: 140090, М.О., г. Дзержинский, ул. Академика Жукова, д. 42  
Тел.: +7 (495) 551-77-24  
e-mail: [soyuz@fcdt.ru](mailto:soyuz@fcdt.ru)