



Акционерное общество  
**«Научно – производственное  
объединение «Прибор» имени  
С.С. Голембиовского»**  
**(АО «НПО «Прибор» имени  
С.С. Голембиовского»)**

Кировоградская ул., д. 1, Москва, 117587

Тел.: (495) 311-07-90,

Факс: (495) 311-01-91, 312-06-09

E-mail: info@ao-pribor.ru

**Утверждаю**

Заместитель генерального директора  
по научной работе – главный  
конструктор АО «НПО «Прибор»  
имени С.С. Голембиовского», к.т.н.



**И.А. Корченков**

«25» 7 2023г.

### ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Зар Ни Аунг на тему «Закономерности влияния катализаторов на горение энергонасыщенных материалов различного строения, содержащих нитрогруппы», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ».

Соискателем Зар Ни Аунг выполнена диссертационная работа, актуальность которой определяется широким применением баллистических порохов (БП) в качестве твердых ракетных топлив, что в свою очередь, стало возможным за счет введения в их состав катализаторов, увеличивающих скорость горения ( $U$ ) и снижающих зависимость  $U$  от давления ( $P$ ) и начальной температуры  $T_0$ .

Катализ горения БП и его механизм исследовался ранее в РХТУ им. Д.И. Менделеева. Были установлены необходимые условия для проведения катализа: образование углеродистого каркаса на поверхности горения и влияние коэффициента теплопроводности этого каркаса ( $\lambda_{\text{карк.}}$ ) на его проведение.

Дальнейшее исследование механизма влияния катализаторов горения БП на горение энергонасыщенных материалов (ЭМ), содержащих нитрогруппы ( $\text{NO}_2$ ), должно позволить более целенаправленно подходить к вопросу о регулировании скорости горения ЭМ и их выбору для поставленных задач.

При проведении исследования автор поставил целью выяснение вопроса о применимости механизма катализа горения, предложенного для БП, к горению различных ЭМ, содержащих нитрогруппы. Для этого автором были проведены следующие исследования:



- 1) влияние катализаторов и их комбинаций (в том числе с углеродными нанотрубками (УНТ)) на скорость горения взрывчатых веществ (ВВ);
- 2) влияние катализаторов на температуру в волне горения ароматических соединений;
- 3) изучение структуры каркаса на поверхности погашенных образцов нитросоединений;
- 4) влияние катализаторов на  $T_{\text{вспышки}}$ , время ее задержки и термическое разложение нитросоединений.

Новизна полученных научных результатов заключается в том, что автор систематически изучил влияние высокоэффективных катализаторов БП на горение десяти индивидуальных нитросоединений, существенно отличающихся по термической стойкости, скорости и температуре горения.

Были изучены основные закономерности и предложен механизм катализа горения этих ВВ.

Впервые показано, что влияние катализаторов на параметры волны горения ТНТ, ТНФ, ТНР такое же, как и для БП.

Впервые показано, что, как и в случае с БП, накопление частиц катализатора на сажином каркасе приводит к увеличению коэффициента теплопроводности последнего в несколько раз по сравнению с зоной над поверхностью горения образцов без катализаторов.

Впервые показано на исследованных образцах, что при относительно небольшом количестве катализатора (до 4%) катализ при горении происходит на каркасе, а не в конденсированной фазе.

На примере ТНР показано, что на способность к горению ЭМ оказывает значительное влияние не только диаметр, но и величина воспламеняющего импульса.

Достоверность результатов проведенных исследований подтверждается применением стандартных методов испытаний, апробированных методик и использованием современных методов анализа и обработки результатов.

Теоретическая значимость работы характеризуется тем, что на основании результатов можно предположить, что катализ горения ЭМ, при котором тепловыделение происходит в результате окислительно-восстановительных реакций, протекает по единому механизму:

1. образование сажиного каркаса на поверхности горения;
2. накопление на каркасе частиц катализатора, которые повышают скорость тепловыделения, и кроме того, повышают его теплопроводность по сравнению с газовой зоной.

Практическая ценность полученных результатов состоит в том, что они дают возможность более целенаправленно компоновать различные ЭМ (топлива) с регулируемой скоростью горения и предсказуемой зависимостью ее от давления и начальной температуры заряда.

По результатам работы опубликовано 13 печатных работ, в том числе 3 статьи в журнале из списка ВАК, 8 статей и тезисов докладов в сборниках, представленных на всероссийских и международных конференциях и конгрессах.

По содержанию автореферата существуют следующие замечания:

1. В автореферате показано, что СН в сочетании с УНТ даже при большом их количестве (15%СН + 5%УНТ) не оказывает влияние на температуру вспышки и время ее задержки, а ФМС с УНТ при том же количестве заметно снижает эти параметры. Желательно было бы более детально рассмотреть, чем это обусловлено.



2. Из автореферата не ясно, почему катализаторы слабо влияют на скорость горения коллоксилина, но эффективно влияют на горение баллиститных порохов с такой же энергетикой.

Несмотря на отмеченные замечания по автореферату, диссертационная работа Зар Ни Аунг представляет собой завершённую научно-квалификационную работу, в которой предложен механизм катализа ЭМ позволяющий проектировать (компоновать) различные топлива с регулируемой скоростью горения и предсказуемыми зависимостями ее от давления и начальной температуры заряда.

Диссертация соответствует паспорту специальности 2.6.12 «Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ» и требованиям, установленным Положением о присуждении ученых степеней в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а её автор – Зар Ни Аунг заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Начальник отдела специальной  
химии и внутренней баллистики  
АО «НПО «Прибор» имени  
С.С. Голембиовского»



А.А. Решетов  
«25» июля 2023г.

Ведущий инженер отдела специальной  
химии и внутренней баллистики  
АО «НПО «Прибор» имени  
С.С. Голембиовского»,  
кандидат химических наук



И.Н. Горохов  
«25» 07 2023г.

Контактная информация:  
117587, г. Москва,  
ул.Кировоградская, д.1,  
тел.: (495) 312-13-90,  
Решетов Алексей Адольфович