

## Отзыв

на автореферат диссертационной работы Хоанг Чунг Хыу «Термическое разложение и горение полинитропроизводных азолов», представленной на соискание ученой степени кандидата химических наук по специальности 05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ.

Поиск новых высокоэнергетических соединений в ряду азотсодержащих гетероциклов, обладающих высокой энтальпией образования и повышенной плотностью, является одним из быстро развивающихся направлений исследований, направленных на синтез новых, более эффективных энергоемких структур. С целью повышения кислородного баланса таких структур большое внимание уделяется конструированию производных гетероциклов, содержащих кислород как внутри цикла, так и в составе заместителей. С этой точки зрения особый интерес представляют азолы, построенные на основе фуразана (1,2,5-оксадиазола), в состав которого входит активный атом кислорода, и тринитрометильного фрагмента, содержащего 6 атомов активного кислорода. Однако термическая стабильность и особенности горения таких структур, практически не изучена. Поэтому **актуальность** исследований, проведенных в диссертационной работе Хоанг Чунг Хыу, не вызывает сомнений.

Недавно в Институте органической химии им. Н. Д. Зелинского РАН (ИОХ РАН) были синтезированы полигетероциклические структуры, содержащие наряду с упомянутыми фрагментами различные азотсодержащие гетероциклы (пиразолы, 1,2,4-триазолы, пиразолы, тетразолы), а также тринитроэтильные и фтординитрометильные заместители в различном сочетании. В связи с этим целью диссертационной работе Хоанг Чунг Хыу является исследование термической стабильности и закономерностей горения полинитропроизводных азолов. В результате проведенных исследований впервые исследован термический распад новых полинитропроизводных азолов с тринитрометильными, фтординитрометильными, (дифторамино)динитрометильными и тринитроэтильными заместителями в неизотермических и зотермических условиях. Показано, что термическое разложение исследованных структур протекает в несколько стадий, причем в большинстве случаев на первом этапе происходит термический распад заместителя без затрагивания нитроазольного цикла. Только в случае тетразольных производных вначале разрушается тетразольный цикл. Интересно отметить, что термический распад фтординитрометильных производных протекает автокаталитически, а катализатором выступает фторангидрид. Анализ полученных результатов позволил предложить механизм термического разложения исследованных типов структур.

Не менее важным этапом работы Хоанг Чунг Хыу является исследование закономерностей горения исследованных структур, которое также было проведено впервые. Было установлено, что в большинстве случаев ведущая реакция горения расположена в конденсированной фазе, причем этой реакцией является распад соответствующего полинитрозаместителя. Эти результаты свидетельствуют о достаточно низкой термической стабильности большинства исследованных соединений. Однако оказалось, что некоторые структуры, в частности, содержащие фуразановый и нитропиразольный гетероциклы, значительно более стабильны и в этих случаях ведущая реакция горения перемещается в газовую фазу.

Важный практический результат проведенных исследований состоит, в первую очередь, в том, что на основании полученных результатов предложены условия использования и хранения изученных веществ. Кроме того, в результате исследования выявлены быстрогорящие соединения, скорость горения которых превышает скорости горения таких известных веществ как НМХ и СL-20, а ряд исследованных соединений, имеющих низкую температуру плавления, могут представить интерес в качестве пластификаторов в СТРТ.

Таким образом, химическая новизна и практическая значимость рассматриваемой диссертационной работы Хоанг Чунг Хыу не вызывает сомнения. Каких-либо принципиальных недостатков в автореферате диссертационной работы нет. Можно сделать лишь несколько замечаний непринципиального характера. В частности, на схемах 1, 2 и на стр. 10 представлены пути разложения различных типов исследованных структур, но ни в одном случае не приведены комментарии к этим схемам. Ни в одном случае не приведены химические названия исследованных структур.

Однако эти замечания не снижают в целом очень хорошего впечатления от автореферата диссертационной работы Хоанг Чунг Хыу, которая выполнена на высоком теоретическом и экспериментальном уровне и по актуальности, объему проведенных исследований, а также по значимости полученных результатов соответствует критерию п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденному правительством Российской Федерации от 24 сентября 2013 г № 842 в части требований, предъявляемых к диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук, и отвечает паспорту специальности 05.17.07 - химическая технология топлив и высокоэнергетических веществ, а ее автор Хоанг Чунг Хыу, безусловно, заслуживает присуждения ему искомой ученой степени кандидата химических наук.

Махова Нина Николаевна, д.х.н., профессор,

зав. лабораторией азотсодержащих соединений Института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, +7 (499) 135-5326, mnn@ioc.ac.ru

Подпись руки Маховой Н.Н. заверяю

Ученый секретарь ИОХ РАН

К.х.н.



Коршевец Ирина Константиновна

- 04.06.2019