

Министерство науки и высшего образования РФ
ФГБОУ ВО «Новгородский государственный
университет имени Ярослава Мудрого» (НовГУ).
Политехнический институт
173003. РФ. Великий Новгород, Большая Санкт-
Петербургская ул., д. 41,
siv-62@mail.ru, т. + .3

ДС.ТПУ.01 при ФГАОУ ВО
Национальный исследовательском
Томском политехнический университет
634050, г. Томск, пр. Ленина, д. 43, ауд.
215.
Ученому секретарю диссертационного
совета ДС.ТПУ.01 А.В. Мостовщикову

ОТЗЫВ

на диссертационную работу и её автореферат Губарев Федор Александрович «Методы и аппаратура для визуализации и контроля поверхности горения высокоэнергетических материалов на основе нанопорошков металлов в режиме реального времени», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Эффективное использование уникальных свойств ВЭМ на основе нанопорошков металлов может быть осуществлено только путем всестороннего изучения физико-химических свойств и механизмов межчастичного взаимодействия. Горение ВЭМ, содержащих нанопорошки металлов, является основным процессом, применяемым в современной технологии и научных исследованиях для взрывного получения энергии, синтеза материалов, локального нагрева поверхности, создания световых и звуковых эффектов. Для получения таких знаний необходимо проведение детального исследования с использованием передовых методик и новых подходов, а также разработка новых методов и приборов, в частности для исследования процессов горения *in situ*.

Горение ВЭМ протекает при высоких температурах и сопровождается интенсивной фоновой засветкой, что делает непосредственное визуальное наблюдение поверхности образца в процессе горения затрудненным. В литературе практически отсутствуют данные об изучении закономерностей изменения поверхности во время горения. Существующие методы исследований позволяют достаточно точно измерять температуру горения и исследовать форму плазменного факела, но не позволяют исследовать поверхность образца в режиме реального времени, в частности, с высокой точностью исследовать форму и скорость распространения фронта горения, морфологию поверхности, отражательную способность. В связи с этим, решение проблемы визуализации поверхности горения нанопорошков металлов, термитных смесей на их основе и модельных ВЭМ во время лазерного инициирования и высокотемпературного горения и создание лабораторных установок для исследования поверхности указанных материалов в режиме реального времени имеют важное научное и практическое значение.

В своей диссертационной работе Губарева Федора Александровича предлагает ряд инновационных решений:

1. Впервые продемонстрирована возможность визуализации процессов инициирования и горения нанопорошков металлов, термитных смесей и модельной топливной смеси в воздухе сквозь яркосветящееся пламя с использованием лазерного монитора на парах бромида меди. Показана возможность изучения морфологии поверхности горящих образцов нанопорошков металлов в режиме реального времени с использованием лазерного монитора с временным разрешением до 0,8 мс.

2. С использованием лазерного монитора показано, что при горении нанопорошка алюминия в воздухе во время прохождения первой волны горения морфология поверхности практически не меняется, в то время как на второй стадии образуются агрегированные продукты сгорания алюминия.

3. Реализованы режимы работы усилителей яркости с малой мощностью сверхизлучения, необходимой для исследования легковоспламеняющихся высокоэнергетических материалов, в трубках относительно большого диаметра (1,5–3 см) с использованием газоразрядных трубок на парах бромида меди с независимым контролем температурных параметров.

4. Установлено, что изменение отражательной способности поверхности нанопорошка металла приводит к изменению яркости изображений лазерного монитора в диапазоне до 37 % от среднего значения и дает возможность количественной оценки временных параметров процессов горения в режиме реального времени.

5. Показано, что высокое пространственное разрешение при визуализации лазерного инициирования тонких слоев нанопорошков металлов обеспечивается фокусировкой луча инициирующего лазера и пучка излучения лазерного монитора одним и тем же объективом.

6. Экспериментально показано, что кольцевой профиль параллельного пучка усилителя яркости значительно выравнивается при распространении пучка излучения лазерного монитора, несущего изображение, за счет формирующих оптических элементов при одинаковых условиях работы усилителя яркости.

7. Разработана экспериментальная методика для определения количества и продолжительности стадий горения, а также скорости горения нанопорошков металлов на основе метода лазерной спекл-корреляции.

Работа представлена на высоком научном уровне, однако, в качестве замечания следует отметить, что на рисунке 2 не показана схема развязки цепей заряда и разряда накопительных конденсаторов двух газоразрядных трубок.

Отмеченное замечание не снижает общее качество проведенных исследований, и не влияют на основные теоретические и практические результаты диссертационной работы.

Заключение

В диссертационной работе Губарева Федора Александровича разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое научное достижение в области экспериментальной физики, связанное с процессами горения нанопорошков металлов и их смесей, морфологические изменения поверхности высокоэнергетических материалов во время горения, т.е. диссертация соответствует п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ № 842 от 24 сентября 2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Диссертация обладает внутренним единством, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку, что соответствует требованиям п. 10 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ.

Все положения и выводы диссертации опубликованы в полном объеме в научных изданиях из перечня ВАК Министерство науки и высшего образования РФ, а также – в изданиях, индексируемых в базах цитирований Scopus и Web of Science, представлены в виде устных докладов на ключевых международных и общероссийских конференциях. Таким образом, требования к публикациям основных научных результатов, предусмотренные пунктами 11 и 13 «Положения о порядке присуждения ученых степеней» ВАК РФ автором выполнены.

Диссертационная работа содержит достаточно обоснованные выводы и рекомендации и в целом отвечает требованиям, предъявляемым к диссертационным работам на соискание ученой степени доктора технических наук. Работа имеет несомненную практическую ценность.

Считаю, что Губарев Федор Александрович заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук по специальности 01.04.01 – Приборы и методы экспериментальной физики.

Заведующий кафедрой
энергетики и транспорта
д.т.н., профессор



Швецов Игорь Васильевич
03.12.21



Подпись Швецова И.В. заверяю

Проректор по научной работе
и инновациям НовГУ



А.Б. Ефременков

