

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Яковлева Алексея Николаевича
«Закономерности и особенности лазерного и электронно-пучкового импульсного
инициирования энергетических материалов различных классов», представленной на
соискание ученой степени доктора технических наук по специальностям

1.3.14 – Теплофизика и теоретическая теплотехника,

1.3.8 – Физика конденсированного состояния

Диссертационная работа Яковлева А.Н. посвящена установлению закономерностей и отличительных особенностей лазерного и электронно-пучкового импульсного инициирования энергетических материалов различных классов и созданию модельных представлений о механизмах инициирования на уровне, обеспечивающем прогнозирование поведения этих материалов в различных штатных ситуациях. Рассматриваемые в работе вопросы являются актуальными, а используемые методы исследования – современными и обоснованными.

В работе получены новые научные результаты, в частности, разработана и сформулирована физическая модель формирования «горячих точек» в прозрачных прессованных порошках инертных материалов, порошках АТМ, чистого тэна, ФТДО и ПХА при лазерном воздействии, основанная на явлении низкопорогового оптического пробоя на поглощающих микронеоднородностях. Показано, что воздействие лазерного импульса в области фундаментального поглощения формирует тепловой очаг в виде лазерно-индуцированной микроплазмы, образующейся в момент импульса облучения в тонком (около 10^{-5} см) приповерхностном слое, а в дальней ИК-области – в окрестности поглощающей неоднородности (в случае АТМ) или в приповерхностном, толщиной около 10^{-3} см, слое (в случае тэна или ФТДО). Показано, что природа лазерного импульсного инициирования, как «чистых» порошков тэна, так и с добавками нано- и микроразмерных частиц алюминия и сажи, является тепловой микроочаговой. Установлено, что в азидах тяжелых металлов процесс происходит, как правило, в твердой фазе, в тэне и ФТДО – в газовой, а в ПХА + Al – в жидкой фазе. С помощью методов и алгоритмов Монте-Карло установлены закономерности светорассеяния в прессованных порошках прозрачных энергетических материалов в пространственно ограниченных слоях. Установлена связь между пространственной освещенностью в объеме образца, коэффициентом диффузного отражения и освещенностью его поверхности. Показано, что наблюдаемый экспериментально размерный эффект лазерного инициирования определяется тремя основными факторами: закономерностями светорассеяния, возникновением спекл-структуры в объеме образца и вероятностью попадания оптической неоднородности в каустику лазерного пучка. Проведено численное моделирование и расчет задачи зажигания азида свинца и тэна лазерным пучком в широком диапазоне длительностей воздействующего импульса. Проведено численное моделирование и расчет задачи зажигания азида свинца и тэна пучком ускоренных электронов. Определены пороги инициирования, размеры и наиболее вероятное количество стримеров для этих материалов. Сформулированы научные представления, адекватно объясняющие закономерности лазерного и электронно-пучкового инициирования энергетических материалов: формирование теплового микроочага является результатом оптического пробоя (при лазерном) и стримерного разряда (при электронном) внешнем импульсном воздействии. Обнаружена задержка между зарождением дислокационной полупетли на

поверхности поры и испусканием дислокаций, запускающих пластическую релаксацию, а также преимущественное образование дислокаций на округлых поверхностях по сравнению с плоскими. Впервые, применительно к моделированию деформации нанопористого алюминия, сравниваются два теоретических подхода на основе машинного обучения: искусственная нейронная сеть и микромеханическая модель с автоматической байесовской идентификацией параметров. Обе указанные модели применены для моделирования распространения ударной волны в нанопористом алюминии и магнии в сравнении с прямым молекулярно-динамическим моделированием этого процесса.

Результаты диссертации опубликованы в 33 работах, в том числе 21 – в журналах, рекомендованных ВАК, 19 – в журналах, индексируемых базами данных Web of Science и Scopus, из которых 10 статей в журналах Q1 и 4 – Q2.

По объему выполненных исследований, их актуальности, новизне и практической значимости диссертационная работа Яковлева А.Н. «Закономерности и особенности лазерного и электронно-пучкового импульсного инициирования энергетических материалов различных классов» соответствует всем требованиям ВАК РФ и п. 2.1 Порядка присуждения ученых степеней в Национальном исследовательском Томском политехническом университете, а ее автор, Яковлев Алексей Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени доктора технических наук по специальностям 1.3.14 – «Теплофизика и теоретическая теплотехника», 1.3.8 – «Физика конденсированного состояния».

Я, Полетаев Геннадий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Доктор физико-математических наук, профессор,
ведущий научный сотрудник ФГБОУ ВО
«Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»,
656038, Алтайский край, г. Барнаул,
пр. Ленина, 46,
e-mail: gmpoletaev@mail.ru
тел. +7 5

Полетаев Геннадий Михайлович
09.10.2023

Подпись заверяю:

Начальник Управления кадров и
документационного обеспечения

С.В. Ананьин