

АО «Корпорация «Тактическое ракетное вооружение»



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
« ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МАШИНОСТРОЕНИЯ ИМЕНИ В.В.БАХИРЕВА»

АО «ГосНИИмаш»

пр. Свердлова 11а, г. Дзержинск, Нижегородская обл., Россия, 606000  
Телетайп 151617 КЛИН, тел. +7 (8313) 367-000, факс 245-830,367-100, E-Mail: niimash@mts-nn.ru  
ОКПО 07512007 ОГРН 1085249000650 ИНН/КПП 5249093130/524901001

JOINT STOCK COMPANY «STATE SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE  
OF MECHANICAL ENGINEERING AFTER V.V. BAKHIREV»

11a, Sverdlov st., Dzerzhinsk, Nizhny Novgorod Region, Russia, 606002

Phone: +7 (8313) 367-000  
Fax: +7 (8313) 367-100

22 СЕН 2022

№

1-101/5947

На №

от

Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.1.150.01  
при ФГБУН ИХКГ СО РАН  
И.П. Позднякову

Отзыв на автореферат диссертации  
Прууэла Э.Р.

630090 г. Новосибирск  
ул. Институтская, д. 3

Направляем Вам отзыв на автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук Прууэла Э.Р. на тему «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ».

Приложение: отзыв 2 экз. на 4 листах каждый.

С уважением,  
Заместитель генерального директора  
по научной работе, к.т.н.

Г.В. Харин

Исп. Курепин А.Е.  
Тел. 8-(8313)-24-90-86

Экз. №. 4

«УТВЕРЖДАЮ»

Заместитель генерального директора по научной работе – первый заместитель генерального директора АО «ГосНИИмаш», к.т.н.



Г.В. Харин

«22» сентября 2022 г.

Отзыв на автореферат диссертации

**Прууэла Эдуарда Рейновича**

на тему

**«Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ»,**

представленной на соискание ученой степени

доктора физико-математических наук по специальности

1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества

Создание и исследование новых конденсированных взрывчатых материалов является одной из первоочередных задач при разработке новых образцов военной техники. Для решения этой задачи необходимо сочетать развитие как экспериментальных методик определения свойств материалов в условиях интенсивного нагружения, так и построение их численных моделей для проведения теоретических исследований с использованием программ численного моделирования.

В работе представлены результаты разработки согласованных экспериментальной, основанной на использовании скоростной рентгеновской радиографии, и расчетной, основанной на методах молекулярной динамики, методик определения газодинамических параметров детонации. Реализован программный комплекс, позволяющий определять термодинамические и газодинамические параметры течений в экстремальных условиях. В работе представлено и протестировано предложенное уравнение состояния продуктов детонации.

Изложенное выше свидетельствует об **актуальности** темы «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации

конденсированных взрывчатых веществ», выбранной автором для диссертационной работы.

В процессе комплексных экспериментально-теоретических исследований получены результаты, подтверждающие **научную новизну** представленной работы:

- реконструирована станция для исследования детонационных процессов с помощью синхротронного излучения на ускорителе ВЭПП 3 ИЯФ СО РАН, что позволило проводить рентгенографические исследования с рекордными возможностями по массе (до 50 г), по широте поля наблюдения (40 мм) и времени между кадрами (124 нс);

- разработана оригинальная методика по определению газодинамических параметров: плотности, давления, вектора массовой скорости и адиабаты разгрузки; получены параметры Чепмена-Жуге для ряда взрывчатых составов.

**Практическая ценность** работы подтверждается использованием ее результатов в ряде научных центров. Так разработанные экспериментальная и теоретическая методики позволили ИГиЛ СО РАН выполнить по заказу АО «ГосНИмаш» исследования по определению детонационных характеристик и характеристик продуктов детонации зарядов из графитосодержащих взрывчатых составов на основе гексогена, а также термостойких низкочувствительных алюминизированных взрывчатых составов с полимерными инертными связующими.

**Достоверность** результатов подтверждена сравнением с экспериментальными и расчетными результатами, изложенными в других работах

Сформулированную автором **цель** диссертационной работы, которая заключается в разработке согласованных экспериментальной и расчетной методик определения параметров газодинамического течения, следует считать достигнутой. Формулировки полученных результатов и их значимость представляются рецензенту обоснованными.

**Обоснованность положений, выносимых автором на защиту**, не вызывают возражений и сомнений в их авторстве. Учитывая рекордную модернизацию станции, с использованием которой проводились исследования, и вовлеченность автора диссертации в процесс ее реконструкции, а также оригинальность разработанной экспериментально-теоретической методики, следует признать, что защищаемые им положения являются новыми, и никем ранее не сформулированы.

**Апробация** результатов диссертационной работы, проведена на признанных научном сообществом отечественных и международных конференциях, а **публикация** основных результатов исследований выполнена в рекомендованных ВАК авторитетных рецензируемых международных и отечественных журналах.

Личный вклад автора охарактеризован корректно и в полном объеме.

Изложенные в автореферате диссертации результаты исследований соответствуют специальности 1.3.17 – химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Автореферат диссертации оформлен в соответствии с требованиями к оформлению научно-технической литературы, представленное в нем содержание работы изложено технически грамотным языком. Приведенные в тексте иллюстрации хорошо поясняют процесс проведенных исследований и основные полученные результаты.

В качестве замечаний следует отметить тот факт, что предложенное автором уравнение состояния продуктов взрыва (стр.19, формула 4) не обладает консервативностью по энергии. Поэтому его использование в отечественных и зарубежных лицензионных программах может привести к получению недостоверных результатов. Так, в АО «ГосНИмаш» с помощью программы ANSYS Autodyn с введенным в нее предложенным автором уравнением состояния были выполнены расчеты ряда тестовых задач. Оказалось, что его использование привело к нарушению консервативности расчетной схемы программы по энергии, быстрому росту дисбаланса энергии и аварийной остановке расчета.

Высказанное замечание ни в коей мере не умаляет достоинств представленной Эдуардом Рейновичем Прууэлом к защите диссертационной работы «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ», научную новизну и практическую ценность изложенных в ней результатов.

Резюмируя изложенное выше можно сделать следующие **выводы:**

1) В целом диссертационная работа Прууэла Эдуарда Рейновича «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ», представляет собой научно-квалификационную работу, в которой получены имеющие научную и практическую ценность решения важных для физики взрыва задач, а именно:

- реконструирована станция для исследования детонационных процессов с помощью синхротронного излучения на ускорителе ВЭППЗ ИЯФ СО РАН, что позволило проводить рентгенографические исследования с рекордными возможностями;

- разработана оригинальная экспериментальная методика по определению газодинамических параметров на основе методов скоростной рентгеновской радиографии;

- разработана численная модель обработки экспериментальных данных;

- построено уравнение состояния продуктов детонации;

- реализован программный комплекс, позволяющий определять термодинамические и газодинамические параметры течений в экстремальных условиях.

2) Представленная диссертация полностью отвечает требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ №842 от 24.09.2013г, а ее автор Эдуард Рейнович Прууэл заслуживает присуждения ученой степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.

Курепин Александр Евгеньевич  
доктор технических наук  
специальность 20.02.21 - Средства поражения и боеприпасы  
Начальник ЦТЭФ

Акционерное общество "Государственный научно-исследовательский институт машиностроения им. В.В. Бахирева" (АО "ГосНИИмаш")  
606002, Нижегородская обл., г. Дзержинск, проспект Свердлова, 11 А  
Тел. (8313) 36-70-00  
Электронная почта: niimash@mts-nn.ru

Согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Подпись А.Е. Курепина заверяю  
Начальник отдела кадров АО «ГосНИИмаш»



Бажанова Т.П.