



ОКПО  
07508902

АКЦИОНЕРНОЕ  
ОБЩЕСТВО  
ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ  
ЦЕНТР



«АЛТАЙ»

659322, г. Бийск Алтайского края, ул. Социалистическая, 1,  
факс (3854)311309, 317283, телетайп-телекс 233413 КЛЕН,  
тел. (3854) 301067, 301807,  
e-mail: post@frpc.secna.ru, Internet:http://www.frpc.secna.ru

Ученому секретарю  
диссертационного совета 24.1.150.01  
при ФГБУН ИХКГ СО РАН  
кандидату химических наук

**И.П. Позднякову**

10.10.2022

№

0-6425/7813

На №

от

08.11.2022

630090, Новосибирск,  
ул. Институтская, д. 3

**УТВЕРЖДАЮ**

Заместитель генерального директора -  
главный конструктор по НИОКР

**А.В. Курбатов**



10

2022 г.

**Отзыв**

на автореферат диссертационной работы Прууэл Эдуарда Рейновича  
на тему «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния  
продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ»  
на соискание ученой степени доктора физико-математических наук  
по специальности 1.13.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика  
экстремальных состояний

**Актуальность** диссертационной работы подтверждается широким  
применением высокоэнергетических материалов в горнорудной  
промышленности, в решении задач МЧС, для производства устройств  
специального назначения, в технологических процессах. Взрывчатые

вещества требуют постоянного совершенства в целях повышения энергетической емкости, безопасности использования, расширения круга применений. Для дальнейшего развития высокоэнергетических материалов требуется достоверная информация о их свойствах и поведении, получаемая экспериментальными и теоретическими методами. Работа Прууэл Э.Р. посвящена созданию наиболее информативной экспериментальной установке по наблюдению за процессом взрыва, а также разработке малопараметрического уравнения состояния, позволяющего проводить описание поведения большого диапазона взрывчатых веществ в широком диапазоне давлений и температур.

**Новизна** диссертационной работы определяется следующими достижениями:

1 Модернизирована экспериментальная станция для исследования детонационных процессов с помощью синхротронного излучения, позволяющей проводить исследования с массами зарядов до 50 г, полем наблюдения 40 мм и временем между кадрами 124 нс.

2 Разработана и реализована оригинальная методика, позволяющая определять распределение, газодинамических параметров цилиндрически симметричного течения: плотности, давления, вектора массовой скорости и адиабаты разгрузки продуктов детонации для различных чистых и смесевых взрывчатых составов.

3 Произведен подбор компактного базиса параметров для уравнения состояния, подходящего широкого набора термодинамических условий и исследуемых смесей.

**Достоверность** экспериментальных результатов работы подтверждается сравнением с экспериментальными и расчетными данными других работ. Достоверность разработанной модели уравнения состояния подтверждается сравнением с экспериментальными данными в широком диапазоне давлений и температур. Результаты работы представлены и обсуждались на ряде авторитетных Российских и международных конференций. По материалам диссертационной работы изданы 41 публикаций, из них 14 статей опубликованы в журналах, рекомендованных ВАК.

**Теоретическая и практическая значимость** состоит в модернизации экспериментальной станции для исследования детонационных процессов с помощью синхротронного излучения, создании экспериментальной методики

скоростной рентгенографии, позволяющей получать количественные характеристики параметров детонационного течения. Полученные экспериментальные данные используются для разработок специальных устройств на ряде Российских предприятий. Разработанное и протестированное уравнение состояния плотных реагирующих газов позволяет предсказывать детонационные свойства новых составов. Разработанный программный комплекс успешно используется для научных расчетов, оптимизации горючих смесей в технологических процессах.

#### **Замечание по работе.**

1 В работе отсутствует анализ погрешностей созданной экспериментальной томографической установки на синхротронном излучении. Поскольку результаты измерений используются в ответственных прогнозах процессов детонации, следует подробнее описать источники погрешностей измерений, а также методы повышения точности измерений. Хотелось бы узнать о вкладе в погрешность статистики рентгеновского излучения, скорости протекания процесса, нестабильности параметров излучения и др.

2 Автором не проведено сравнение методов синхротронного излучения и методов на основе современных рентгеновских трубок для исследования процессов взрыва.

3 Для реконструкции распределения плотности продуктов взрыва предполагается аксиальная симметрия. В реальном эксперименте возможно отклонение от этой симметрии. В работе не оговорено влияние такого отклонения на результат реконструкции.

4 Третья глава посвящена созданию термодинамической модели процесса взрыва, но не продемонстрировано согласование с результатами, полученными на томографической установке.

Не смотря на указанные замечания, диссертационная работа Прууэл Эдуарда Рейновича представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, содержащую научную новизну и ценность, практическую значимость и подтверждает квалификационный уровень диссертанта. Считаю, что диссертационная работа «Скоростная рентгеновская томография и уравнение состояния продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ» удовлетворяет пунктам 1, 3 и 7 паспорта научной специальности 1.3.17 – Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний

вещества, соответствует требованиям п. 9-11 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор, Прууэл Эдуард Рейнович, заслуживает присуждения степени доктора физико-математических наук по специальности 1.3.17 - Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества


Карих Владимир Петрович

 07.10.2022 г.

Карих Владимир Петрович – главный научный сотрудник, доктор технических наук по специальности 05.11.13 (год присуждения 2013 г), доцент

Акционерное общество «Федеральный научно-производственный центр «Алтай», 659322, Алтайский край, г. Бийск, ул. Социалистическая, д. 1

Подпись Карих В.П. заверяю  
Ученый секретарь АО «ФНПЦ «Алтай»  
канд. техн. наук

 Л.Г. Егорова  
07.10.2022 г.