

## ОТЗЫВ

Официального оппонента на диссертационную работу

**Никитина Алексея Дмитриевича**

на тему «Математическое моделирование

детонации алюминизированных взрывчатых веществ»

представленную на соискание ученой степени

кандидата физико-математических наук

по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы»

Диссертационная работа Никитина А.Д. посвящена экспериментальному исследованию детонации алюминизированных взрывчатых веществ, а также математическому моделированию детонации взрывчатых составов с дополнительным энерговыделением.

**Цель работы состоит** в установлении основных закономерностей процессов детонации взрывчатых составов с добавками алюминия и исследованию влияния этих добавок на метательную способность взрывчатых веществ.

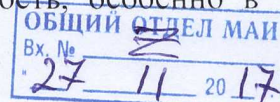
### **Структура и содержание работы**

Работа состоит из введения, трех глав, заключения и списка использованной литературы, включающей 98 наименований. Объем работы составляет 91 страницу, работа содержит 45 рисунков и 12 таблиц.

### **Актуальность темы исследования**

Конденсированные взрывчатые вещества с металлической добавкой являются важным классом взрывчатых материалов. Интерес к таким составам обусловлен возможностью увеличения метательного действия взрывчатого вещества. Для подобных составов взаимодействие между компонентами может продолжаться в фазе сильного расширения продуктов детонации. Реакция горения частиц алюминия начинается при их взаимодействии с продуктами детонации, а затем продолжается в окружающем заряд воздухе.

Моделирование процессов детонации осуществляют с использованием газодинамических кодов. Для алюминизированных взрывчатых составов их основной проблемой является низкая прогнозируемая способность, особенно в



случае если моделируемые газодинамические условия отличаются от базовых схем, по которым разработаны эти коды. Так происходит в первую очередь потому, что не учитывается наиболее существенный фактор – догорание алюминия при контакте продуктов детонации с воздухом.

Во **введении** автор обосновывает тему исследований, кратко излагает результаты, полученные в диссертационной работе.

В **первой главе** приведен обзор работ по теме диссертации, представлена информация об особенностях детонации взрывчатых веществ с алюминием. Описано влияние добавки алюминия на энергетический потенциал, работоспособность, бризантное, фугасное и метательное действие заряда. Представлена информация о термодинамических методах расчета параметров детонации, широко известных компьютерных программах для термогазодинамических расчетов, уравнениях состояния для продуктов взрыва.

Во **второй главе** представлены полученные экспериментальные результаты, подробно описаны схемы экспериментов. Показано влияние процессов догорания продуктов детонации взрывчатого состава с алюминием в воздухе на метательное действие и скорость расширения продуктов детонации. Представлены данные, показывающие, что в разреженной атмосфере влияние догорания частиц алюминия проявляет себя на больших расстояниях расширения продуктов детонации. Кроме этого, на метательные действия влияет не только давление детонации, но и характер его спада за плоскостью Жуге, который зависит от энергии вторичных реакций, протекающих в алюминизированных взрывчатых веществах.

**Третья глава** посвящена описанию результатов, полученных в ходе численного моделирования детонации алюминизированных взрывчатых веществ. Показано, что расчетные данные по скорости метания пластин и оболочек сильно зависят от времени выделения дополнительной энергии в продуктах детонации, на основании этого было предложено модифицированное уравнение состояния для продуктов детонации алюминизированных взрывчатых веществ.

#### **Практическая значимость и ценность работы**

В работе приведено комплексное исследование детонации алюминизированных взрывчатых веществ в воздухе и вакууме. Многие полученные экспериментальные данные позволяют выработать рекомендации по

оптимизации габаритно-массовых характеристик и рецептур алюминизированных взрывчатых составов. Предложенные модифицированные уравнения состояния для продуктов детонации, учитывающие вторичное энерговыделение, позволяют в ходе численного моделирования описать особенности детонации взрывчатых составов с алюминием.

### **Апробация работы и публикации**

Автором опубликованы 15 работ, из них 5 статей в рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК.

Результаты исследования докладывались на 9 научных конференциях с публикацией тезисов в сборниках материалов конференции, что говорит о хорошем уровне апробации работы.

**Обоснованность и достоверность полученных результатов**, научных положений и выводов, содержащихся в диссертационной работе, подтверждается согласованностью полученных результатов с известными теоретическими и экспериментальными данными. Достоверность экспериментальных данных обеспечивается использованием современных средств измерений и стандартных методик проведения исследования, а также методов статистической обработки данных.

Основные результаты диссертации опубликованы в 15 печатных работах, они неоднократно обсуждались на различных конференциях и симпозиумах и получили одобрение ведущих специалистов.

### **Замечания**

По результатам анализа диссертационной работы А.Д. Никитина можно сформулировать следующие вопросы и замечания.

1. Считаю, что название второй главы «Взаимодействие продуктов детонации конденсированных взрывчатых веществ с окружающим воздухом» не отражает в полной мере содержание данного раздела, так как в этой части работы приведена информация о постановках эксперимента, определении оптимального содержания алюминия в смесях для достижения максимальной скорости метания оболочек, исследовании метательной способности взрывчатых составов и др.

2. В работе высказана гипотеза о том, что использование алюминия во взрывчатом составе в центральной части заряда не приводит к выделению добавочной энергии. Проводились ли эксперименты, в ходе которых эту гипотезу можно было бы подтвердить или опровергнуть непосредственно?
3. В описании вычислительных экспериментов не указаны размеры зон, в которых учитывалось запаздывание, а также не приведены сами характерные величины времени запаздывания. Это не позволяет воспроизвести в полной мере описанные расчеты.
4. Следовало бы описать, каким образом электродетонация ВВ в реальном эксперименте описывалась при его численном моделировании.
5. В работе содержится ряд грамматических и пунктуационных ошибок, о которых было сообщено автору.

Указанные замечания не влияют на положительную оценку работы.

Диссертационная работа Никитина Алексея Дмитриевича «Математическое моделирование детонации алюминизированных взрывчатых веществ» написана автором самостоятельно, обладает внутренним единством, содержит новые научно обоснованные результаты и предложения. Это позволяет сделать вывод о соответствии работы п.10 «Положения о присуждении ученых степеней».

Количество публикаций автора по теме диссертационного исследования, в которых излагаются основные научные результаты, в полной мере отвечают критериям, установленным п.11 «Положения о присуждении ученых степеней». Автором по теме диссертации опубликованы 15 работ, в том числе 5 работ опубликованы в ведущих изданиях из перечня, определенного ВАК Минобрнауки России для опубликования основных результатов кандидатских диссертаций.

В соответствии с п.14 «Положения о присуждении ученых степеней» в диссертационной работе имеются необходимые ссылки на источники заимствования материалов, других авторов, а также на научные работы, выполненные автором самостоятельно или в соавторстве.

## Заключение

По результатам анализа представленных к оппонированию материалов следует сделать вывод о том, что диссертация Никитина Алексея Дмитриевича на тему «Математическое моделирование детонации алюминизированных взрывчатых веществ» является завершенной научно-квалификационной работой на актуальную тему, в которой представлены результаты решения важной задачи моделирования детонации взрывчатых составов с дополнительным энерговыделением. Полученные автором результаты обладают признаками новизны и практической значимости. Диссертационная работа соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор Никитин А.Д. заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.02.05 «Механика жидкости, газа и плазмы».

Официальный оппонент

кандидат физико-математических наук,  
доцент кафедры «Прикладная  
математика» ФГБОУ ВО «Московский  
государственный технический  
университет имени Н.Э. Баумана  
(национальный исследовательский  
университет)»

Марчевский Илья Константинович

Почтовый адрес: 105005, г. Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1

Тел.: +7 (499) 263 63 91,

e-mail: [bauman@bmstu.ru](mailto:bauman@bmstu.ru),

веб-сайт: <http://www.bmstu.ru>



ПОДПИСЬ ЗАВЕРЯЮ

ЗАМ. НАЧАЛЬНИКА УПРАВЛЕНИЯ КАДРОВ

НАЗАРОВА О. В.

ТЕЛ: 8-499-263-60-48