

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Баландина Владимира Владимировича «Экспериментальное исследование ударного взаимодействия цилиндрических ударников с песчаными преградами при скоростях удара от 50 до 400 м/с», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

Актуальность темы диссертации

Исследование процессов высокоскоростного взаимодействия твердых тел, в частности, проникания твердых и деформируемых тел в грунты с разными свойствами является сложной и важной задачей механики. Для решения таких задач, как правило, используют аналитические или численные методы расчета, основанные на известных математических моделях поведения грунтовых сред в условиях динамического нагружения, которые в свою очередь базируются на экспериментально определяемых физико-механических свойствах реальных грунтов. Однако из-за большого многообразия грунтовых сред, многопараметрического отклика на ударные нагрузки, сложности самих экспериментов и их интерпретации динамические свойства грунтов изучены недостаточно. Это приводит к затруднениям при разработке уравнений состояния грунтовых сред и их использовании в численном и аналитическом решении задач проникания твердых тел в грунты. В связи с этим остается актуальным и важным развитие экспериментальных методик для исследования соударения твердых тел с грунтами и их применение для систематического изучения закономерностей проникания твердых тел в грунтовые среды в зависимости от плотности, влажности, гранулометрического состава, температуры и др. Результаты таких исследований необходимы также для верификации определяющих уравнений и уравнений состояния, численных и аналитических решений и существующих математических моделей грунтовых сред.

Данная диссертация посвящена экспериментальному изучению ударного взаимодействия твердых тел различной формы с грунтовой средой. В работе изучается проникание ударников различной формы в песок при различной влажности и температуре. Методология исследования основывается на комбинации двух типов экспериментов - прямого и обращенного, а также средств численного анализа. В диссертации Баландина В.В. решается актуальная задача экспериментальной механики - изучение силовых характеристик ударного взаимодействия твердых тел с грунтовыми средами в различных состояниях, имеющая важное практическое значение. Характерной особенностью, выделяющей работу, является комплексность подхода и сочетание методов численного моделирования и экспериментов для получения нужной информации о силах сопротивле-

ния действующих на твердые тела различной формы при соударении с грунтами.

Структура и содержание диссертации

Во введении приводится обоснование актуальности темы диссертационной работы; дана краткая характеристика степени ее разработанности; сформулированы цель и задачи работы, научная новизна, теоретическая и практическая значимость результатов диссертации; кратко описаны методология и методы диссертационного исследования; перечислены положения, выносимые автором на защиту; приведены сведения о степени достоверности и апробации полученных в работе результатов; содержится информация о количестве и типе публикаций по теме диссертации, личном вкладе автора, структуре и объеме диссертации, источниках финансирования исследований и благодарностях. Нужно отметить очень удачный пункт введения «Степень разработанности темы», где достаточно кратко изложены основные проблемы и полученные результаты в этой области, методология и проводимые исследования и что полезно для понимания сути полученных в диссертации результатов.

В первой главе дан анализ существующих методов экспериментального исследования процессов ударного взаимодействия твердых тел с грунтовыми средами, подробно описаны методы регистрации основных параметров в прямой и обращенной постановках. Приведен подробный обзор ранее полученных результатов других авторов. Отмечено, что влияние влажности грунта и отрицательной температуры на характеристики проникания в песок изучены явно недостаточно, несмотря на наличие большого количества экспериментальных данных по прониканию твердых тел в грунтовые среды. Фактически дан достаточно полный литературный обзор с подробным анализом методологии исследований в области динамического проникания и полученных на сегодняшний день результатов.

Вторая глава диссертации посвящена описанию модернизированного экспериментального комплекса для исследования процессов соударения твердых тел с мягкими грунтами. Исследование процессов проникания ударников в мягкие грунты производилось автором в двух постановках: прямой и обращенной. Подробно изложены методики экспериментов и методы их обработки с помощью разработанных автором оригинальных компьютерных программ. Выполнен численный анализ методики определения интегральных нагрузок, действующих на ударник при проникании в песчаный грунт, в прямом эксперименте. Установлены границы ее применимости и сделан анализ погрешностей методик.

В основу третьей главы положены результаты экспериментальных исследований

процесса проникания ударников с различными головными частями в песок при различных температурах в прямой и обращенной постановке. Глава поделена автором на три части. Первая часть третьей главы посвящена изучению процесса проникания полусферических ударников в сухой песок в прямой постановки. По результатам экспериментальных исследований автором построена зависимость коэффициента сопротивления внедрению от скорости удара. Отмечается наличие критической скорости удара ~ 140 м/с, связанной с изменением режима обтекания оголовка.

Вторая часть третьей главы посвящена исследованию проникания конических, полусферических и ударников с плоским торцом в песок влажностью 10% и 20% при комнатной температуре в обращенной постановке. Приводятся характерные зависимости силы сопротивления внедрению от времени и зависимости максимальных сил сопротивлению от скорости удара, полученные по результатам экспериментов. Отмечается наличие дисперсии в случае соударения цилиндрического ударника с плоским торцом с песком влажностью 20%. Подробно рассматривается ее влияние на результаты измерения сил сопротивления.

В третьей части третьей главы представлены экспериментальные результаты по прониканию конических ударников в мерзлый песок, замороженный с разным количеством воды. Эксперименты проводились автором в обращенной постановке. Для оценки влияния стенок контейнера на результаты эксперимента выполнен численный расчет соударения конического ударника с мерзлым песком. Построены зависимости сил сопротивления от времени и максимальных сил сопротивления от скорости удара.

В заключении представлены основные результаты и сформулированы выводы, полученные на основе анализа выполненных исследований.

Новизна результатов, полученных в диссертации

Результаты диссертационного исследования Баландина В.В. представляют собой новые экспериментальные данные в области механики грунтовых сред.

Новыми результатами диссертации являются:

1. Модификация комплекса экспериментальных методов и установок исследования процессов ударного взаимодействия твердых тел с мягкими грунтами в различных состояниях.
2. Численный анализ модифицированной методики прямого и обращенного эксперимента, определение границы областей применимости.
3. Зависимости, связывающие интегральные нагрузки с формой ударяющего тела, скоростью удара, влажностью песка и температурой испытаний.

Степень обоснованности и достоверности научных положений, результатов и выводов

Достоверность полученных в работе экспериментальных данных определяется с одной стороны использованием современных средств регистрации и хорошо апробированных методов экспериментального исследования, а с другой стороны – корреляцией результатов этих экспериментальных исследований с данными других авторов.

Результаты диссертации имеют вполне достаточную публичную апробацию – опубликованы 12 печатных работ в изданиях, входящих в Перечень ВАК и, частично, индексируемые международными библиографическими базами WoS и Scopus, что соответствует требованию ВАК о количестве и качестве публикаций, необходимых для кандидатских диссертаций, а также доложены на ряде Российских и международных конференциях.

Автореферат диссертации написан лаконично с четкой постановкой задач и ясным изложением полученных результатов.

Замечания по диссертации

1. На взгляд оппонента, выводы по результатам работы, приведенные в конце диссертации, слишком обширны и частично являются пояснениями результатов, а вывод 8 и вовсе не является выводом, а представляет собой предложения по дальнейшему использованию модифицированных в работе методик и полученных результатов, что, безусловно, должно было отмечено, но не в этом разделе диссертации.
2. Создав хорошо работающую методику по исследованию влияния температуры на сопротивление прониканию ударников в мерзлый песок, автор диссертации почему-то остановился на одной температуре -18°C , хотя диапазон температур грунтов даже в России составляет больше 100 градусов, не говоря уже о космических температурах. Расширение температурного диапазона намного увеличило бы ценность полученных в диссертации результатов, в т.ч. и с практической точки зрения.
3. В диссертации не рассматривается влияние формы ударников на критическую скорость проникания, тогда как такая информация крайне интересна и полезна, например, для численных расчетов, выполняемых с целью предсказания отклика преграды при высокоскоростном взаимодействии с телами различной формы.
4. И в автореферате и в диссертации есть незначительное количество стилистических ошибок. В качестве замечания по оформлению автореферата хочется указать, что, на мой взгляд, рисунки 1-4 в силу их размера, занимают слишком много места в реферате в ущерб размеру шрифта.
5. В таблице 3.11 (№461) параметр С посчитан до 5 знака, но только этот опыт. Зачем?

Отмеченные замечания не снижают научной и практической значимости полученных результатов и не влияют на общую положительную оценку диссертации.

Закключение

Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 01.02.06 – «Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры» и удовлетворяет критериям, которым должна отвечать диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, в соответствии с п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842. На использованные в диссертации отдельные результаты других авторов, в том числе, полученные в результате совместных исследований, диссертантом в работе даны соответствующие ссылки. Личный вклад автора в диссертационную работу не вызывает сомнения. Диссертация В.В.Баландина «Экспериментальное исследование ударного взаимодействия цилиндрических ударников с песчаными преградами при скоростях удара от 50 до 400 м/с» является законченной научной работой, выполненной на высоком уровне и содержит новые результаты, которые вносят существенный вклад в развитие экспериментальных исследований процессов проникания твердых тел в грунтовые среды.

Считаю, что диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Баландин Владимир Владимирович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.06 – Динамика, прочность машин, приборов и аппаратуры.

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

Официальный оппонент:

доктор физико-математических наук, профессор,
заведующий лабораторией реологических свойств
конденсированных сред при импульсных воздействиях
Отдела экстремальных состояний
ФГБУН «Институт проблем химической физики РАН»

Разоренов Сергей Владимирович

«30» ноября 2018 г.



Почтовый адрес:

142432 Московская обл., Ногинский р-он, г. Черноголовка, пр-т ак. Семенова, 1,
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем
химической физики РАН». Тел.: (496) 522-13-64; E-mail: razsv@icp.ac.ru

Подпись д.ф.-м.н., профессора Разоренова С.В.
удостоверяю:



Ученый секретарь ФГБУН «Институт проблем химической физики РАН»,
доктор химических наук **Психа Б.Л.**