

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по научной и
инновационной деятельности СибГИУ

д.т.н., профессор Коновалов Сергей
Валерьевич



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования

«Сибирский государственный индустриальный университет»

Диссертация «Математическое и компьютерное моделирование динамических процессов в стержневых системах применительно к машинам ударного действия» выполнена на кафедре механики и машиностроения.

В период подготовки диссертации соискатель Тимофеев Евгений Геннадьевич работал в Муниципальном бюджетном общеобразовательном учреждении «Гимназия №44» г. Новокузнецка в должности учителя физики и был прикреплен к кафедре механики и машиностроения СибГИУ в качестве соискателя.

В 2002 году окончил Новокузнецкий государственный педагогический институт по специальности «Физика» и получил квалификацию: учитель физики и информатики.

Справка о сдаче кандидатских экзаменов выдана в 2016 г. федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Кемеровский государственный университет».

Научный руководитель – Жуков Иван Алексеевич, доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой машиностроения федерального

государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский горный университет».

По итогам обсуждения было принято следующее заключение:

1. Личное участие соискателя в получении результатов, изложенных в диссертации

Результаты диссертационной работы получены соискателем лично, а именно: разработана математическая модель стержневой ударной системы, интерпретирующая ударник любой геометрической формы телом вращения, состоящим из цилиндров одинаковой длины, имеющих общую ось симметрии; разработаны численный метод и алгоритм анализа динамических процессов в стержневых системах машин ударного действия; разработан комплекс, состоящий из трех инженерно-расчетных программ, позволяющий проводить анализ стержневых ударных систем с бойками любой сложной геометрической формы; разработан численно-аналитический метод синтеза геометрии ударных узлов со ступенчатыми бойками, генерирующими оптимальный ударный импульс, полученный по физико-механическим свойствам разрушаемого объекта; предложена и обоснована модель синтезируемого бойка с цилиндроконической оболочкой, наличие которой не изменяет характеристики генерируемого ударного импульса.

2. Степень достоверности результатов проведенных исследований

Достоверность основных научных результатов подтверждается тем, что в основу математической модели и численных методов анализа и синтез стержневых систем положен графодинамический метод, основанный на волновой теории Сен-Венана, сопоставлением результатов решения поставленных задач анализа ударного импульса с известными аналитическими решениями, а также удовлетворительной сходимостью численных расчетов с экспериментальными данными.

3. Научная новизна проведенных исследований заключается в следующем. Разработана математическая модель динамических процессов в ударной стержневой системе, построенная на представлении ударяющего

тела любой сложной геометрической формы в виде многоступенчатого цилиндрического тела сплошного поперечного сечения. Разработан численный метод решения задачи определения формы и параметров ударных импульсов, генерируемых в стержнях бойкам различной геометрической формы, позволяющий устанавливать наиболее рациональные и оптимальные конструктивные решения. Построен алгоритм нахождения геометрических параметров ударных узлов машин в зависимости от свойств разрушаемых объектов, основанный на обратном применении графодинамического метода исследования продольного соударения стержней. Разработано программное обеспечение, позволяющее решать задачи анализа или синтеза геометрических параметров ударной системы машины, заданной как функциональными математическими зависимостями, так и трехмерной компьютерной моделью. Предложено и обосновано новое техническое решение конструкции бойка с криволинейной образующей боковой поверхности, оснащенного цилиндроконической оболочкой и внутренней полостью с одинаковым распределением объема по длине, что обеспечивает возможность сохранения параметров ударного импульса, генерируемого бойком.

4. **Практическая значимость работы** заключается в прикладной направленности разработанных математических моделей, численных методов и программных средств, которые могут быть использованы при разработке новых и совершенствовании имеющихся ударных узлов машин ударного действия. На разработанные программные средства получено 4 свидетельства об официальной регистрации. Материалы диссертационного исследования внедрены в учебный процесс Сибирского государственного индустриального университета, а так же в формате программного обеспечения приняты к внедрению в Институте горного дела им. Н.А. Чинакала Сибирского отделения Российской академии наук.
5. **Ценность научных исследований** заключается в том, что на базе разработанного численного метода анализа геометрии ударных узлов машин,

созданы программные средства, позволяющие в значительно короткие сроки решать задачи рационального или оптимального анализа или синтеза геометрических параметров ударных узлов машин.

6. Научная специальность, которой соответствует диссертация.

Диссертационная работа соответствует паспорту специальности ВАК 1.2.2 «Математическое моделирование численные методы и комплексы программ» по следующим пунктам:

п. 3 – Реализация эффективных численных методов и алгоритмов в виде комплексов проблемно-ориентированных программ для проведения вычислительного эксперимента;

п. 7 – Качественные или аналитические методы исследования математических моделей (технические науки);

п. 8 – Комплексные исследования научных и технических проблем с применением современной технологии математического моделирования и вычислительного эксперимента.

7. Отличие полученных в работе результатов от результатов, полученных в работах других авторов. Разработанный метод анализа динамических процессов в стержневых системах машин ударного действия является численным, имеет выход с точки зрения программного обеспечения и позволяет проводить анализ ударных узлов с бойками любых сложных геометрических форм. Так же в работе решена и автоматизирована принципиально новая задача синтеза ударных узлов со ступенчатыми бойками по оптимальным ударным импульсам, получаемым в зависимости от механических свойств объекта воздействия.

8. Полнота изложения материалов в работах опубликованных соискателем. Основные положения диссертации изложены в 14 научных работах, из них 3 публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ для публикации результатов диссертационных работ, и приравненных к ним, в том числе 4 свидетельства о регистрации программ для ЭВМ.

Публикации в изданиях ВАК и приравненных к ним:

1. Жуков И.А. Моделирование продольных колебаний сложных бойков ударных систем / И.А. Жуков, Е.Г. Тимофеев, В.В. Молчанов // Научное обозрение. – 2015. – №5. – С. 90-93.
2. Жуков И.А. Математическое и компьютерное моделирование ударных процессов в стержневой системе машин ударного действия / И.А. Жуков, Е.Г. Тимофеев // Современные наукоемкие технологии. – 2020. – № 12 (часть 1) – С. 43-49, doi: 10.17513/snt.38409.
3. Тимофеев Е.Г. Комплекс программ для автоматизированного расчета геометрии ударных узлов машин / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков, А.В. Теплякова // Программная инженерия. – 2021. – Т. 12. – № 8. – С. 404-412. – DOI 10.17875/prin.12.404-412.

Свидетельства о регистрации программ для ЭВМ:

1. Свидетельство ПВМ №2015662766. Ударный импульс 2.0 / Тимофеев Е.Г., Жуков И.А. – №2015619792; поступление 13.10.2015; зарегистр. 01.12.2015.
2. Свидетельство ПЭВМ №2017613900 Удар многоступенчатым бойком / Тимофеев Е.Г., Жуков И.А. – №2016662568 поступление 22.11.2016; зарегистр. 03.05.2017.
3. Свидетельство ПЭВМ №2019619495. Удар бойком сложной геометрической формы / Тимофеев Е.Г., Жуков И.А. – №20196118226; поступление 05.07.2019; зарегистр. 18.07.2019.
4. Свидетельство ПЭВМ №2019619331. Синтез геометрических параметров ударных узлов машин в зависимости от физико-механических свойств разрушаемого объекта / Тимофеев Е.Г., Жуков И.А. – №2019618249; поступление 05.07.2019; зарегистр. 16.07.2019.

Публикации по теме диссертации, индексируемые Scopus:

1. Zhukov I.A. Automated calculation and analysis of impacts generated in mining machine by anvil blocks of complex geometry / I.A. Zhukov, A.A. Repin, E.G. Timofeev // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2018, vol. 134, p. 012071. doi: 10.1088/1755-1315/134/1/012071.

2. Тимофеев Е.Г. Автоматизированный метод проектирования бойков ударных машин по физико-механическим свойствам разрушаемых объектов / Е.Г. Тимофеев, А.В. Теплякова, И.А. Жуков, Н.С. Голиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2022. – №12-2 – С. 257-269. – DOI: 10.25018/0236_1493_2022_122_0_257.

Другие публикации по теме диссертации

1. Тимофеев Е.Г. К разработке специализированного программного обеспечения для анализа сложных форм бойков ударных механизмов / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2014. – №2. – С. 7-10.
2. Жуков И.А. Инструментальные средства для автоматизации проектирования машин и механизмов ударного действия / И.А. Жуков, Е.Г. Тимофеев // Проблемы механики современных машин: Материалы VI Международной конференции. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2015. – Т. 3. – С. 161-167.
3. Жуков И.А. Математическое и компьютерное моделирование ударных процессов в стержневой системе сложной геометрической формы / И.А. Жуков, Е.Г. Тимофеев, В.В. Молчанов // Автоматизированное проектирование в машиностроении. – 2015. – №3. – С. 7-11.
4. Тимофеев Е.Г. К разработке численного метода исследования ударных процессов в стержневой системе машин ударного действия / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Современное машиностроение. Наука и образование: материалы 5-й Международной научно-практической конференции. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – №5. – С. 540-549. – doi: 10.1872/MMF-2016-52.
5. Тимофеев Е.Г. Комплекс расчетных программ, моделирующих динамические процессы при нанесении удара по волноводу бойком переменного сечения / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Проблемы фундаментальной и прикладной информатики в управлении, автоматизации и мехатронике: Сборник научных трудов Международной научно-технической

конференции (21-22 ноября 2017 года); Юго-Зап. гос. ун-т. – Курск: Изд-во ЗАО «Университетская книга», 2017. – С. 130-136.

6. Тимофеев Е.Г. Применение информационных технологий в решении задачи рационализации ударных импульсов, генерируемых в машинах ударного действия / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Интеллектуальные системы, управление и мехатроника – 2018: Материалы Всероссийской научн.-техн. конф., Севастополь 29-31 мая 2018 г. – Севастополь: Изд-во СевГУ, 2018. – С. 161-164.
7. Тимофеев Е.Г. Алгоритм синтеза ударников переменного сечения по геометрии первой волны импульса ими генерируемого / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Системы проектирования, технологической подготовки производства и управления этапами жизненного цикла промышленного продукта (CAD/CAM/PDM-2018): труды XVIII Междунар. молодеж. конф., 16-18 окт. 2018г. – М.: ИПУ РАН, 2018. – С. 215-217.
8. Тимофеев Е.Г. Определение рациональных геометрических параметров ударных узлов машин по физико-механическим свойствам разрушаемого объекта автоматизированными средствами проектирования / Е.Г. Тимофеев, И.А. Жуков // Транспортное, горное и строительное машиностроение: наука и производство. – 2020. – №8. – С. 49-55.
9. Тимофеев Е.Г. К вопросу о программном обеспечении для анализа и синтеза геометрии бойков машин ударного действия / Е.Г. Тимофеев, А.С. Князев // VII Международная конференция Проблемы механики современных машин: сборник статей. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГУТУ, 2022. – С. 372-379.

9. Соответствие диссертации и документов требованиям ВАК РФ

Диссертация и документы оформлены в соответствии с требованиями п. 9, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 №842 требованиями Приложений 2, 3 Положения о совете по защите диссертаций

на соискание ученой степени кандидата наук, ученой степени доктора наук, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 10.11.2017 №1093. Содержание диссертации соответствует требованиям норм Закона РФ «О средствах массовой информации» (Закон о СМИ) от 27.12.1991 №2124-1 в части, касающейся отсутствия призывов к экстремизму, терроризму и ненормативной лексики. В содержании диссертации отсутствует государственная и иная охраняемая законом тайна.

10. Выводы и заключения

На основании вышеизложенного следует сделать вывод о том, что диссертация Тимофеева Е.Г. «Математическое и компьютерное моделирование динамических процессов в стержневых системах применительно к машинам ударного действия» выполнена на актуальную тему и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, результатом которой являются разработанные автоматизированные методы анализа и синтеза стержневых систем любой сложной геометрической формы, применяемых в машинах ударного действия, имеющие существенные значения для развития машиностроительной отрасли страны.

Диссертация «Математическое и компьютерное моделирование динамических процессов в стержневых системах применительно к машинам ударного действия» Тимофеева Е.Г. рекомендована к защите на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.2.2 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заключение принято на научно-техническом семинаре кафедры механики и машиностроения СибГИУ.

Результаты голосования: «за» – 15 чел., «против» – 0 чел., «воздержалось» – 0 чел., протокол № 8 от 20.12.2022 г.



Никитин Александр Григорьевич,
председатель семинара, д.т.н., профессор
Князев Антон Сергеевич,
ученый секретарь кафедры МиМ

