

## **Отзыв научного руководителя**

о диссертанте Бабайцеве Арсении Владимировиче и его диссертации на тему  
«Моделирование напряженно-деформированного состояния толстостенных  
композитных конструкций, работающих в условиях динамического  
нагружения», представленной на соискание ученой степени кандидата  
технических наук по специальности  
01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Бабайцев Арсений Владимирович является выпускником кафедры «Динамика и прочность машин» Московского авиационного института. Над тематикой диссертации работа велась последние 5 лет. В 2018 году Бабайцев А.В. окончил аспирантуру МАИ. В ходе работы над диссертацией Бабайцев А.В. продемонстрировал глубокие знания в области теории упругости, механики композитных материалов, теории прочности композитных материалов, строительной механики, теории балок, пластин и оболочек.

### **Актуальность темы**

В перспективных технических системах широко используются толстостенные составные композитные конструкции, которые работают в условиях действия высокоинтенсивных поверхностных нагрузок и объемных инерционных нагрузок. При этом несомненным приоритетом является замена сплавов на композиционные материалы в таких изделиях. Это существенно снижает их массы и повышает эксплуатационные свойства. Поэтому развиваемые в настоящей диссертации методы приближенного аналитического расчета таких конструкций, а также результаты численного моделирования и исследования влияния схемы армирования и геометрии на напряженно-деформированное состояние (НДС) и прочности изделий являются **актуальными**.

### **Новые результаты, полученные в диссертационной работе:**

- Аналитические подходы к прочностному расчету составных осесимметричных композитных конструкций, позволяющие оценить напряженно-деформированное состояние изделия, работающего в условиях интенсивного нагружения поверхностными и объемными нагрузками,



оценить уровень нормальных напряжений в элементах конструкции и касательные напряжения на границе их сопряжения, в том числе, с учетом эффекта обжатия и концентрации.

- Исследована статическая и высокоскоростная прочность композитного материала на основе эпоксидной матрицы и углеродных волокон.
- Впервые исследовано влияние эффектов искривления волокон на характеристики материала в условиях высокоскоростного нагружения.
- На основе численных расчетов проведено исследование влияние схемы армирования композиционного материала, из которого выполняется изделие, на ее несущую способность в условиях интенсивного нагружения. Расчеты проведены в динамической постановке, в том числе, с учетом эффектов прогрессирующего разрушения, для случая, трехмерно-армированного и слоистого композиционного материала.


**Достоверность** полученных результатов, полученных при разработке аналитических методов расчета, определяется примененными строгими методами механики деформируемого твердого тела, теории упругости, механики композиционных материалов, теории дифференциальных уравнений. Хорошую согласованность показало сопоставление численных и аналитических результатов моделирования. Для оценки влияния параметров скорости нагружения на свойства рассмотренных композитов проведены экспериментальные исследования на основе стандартных апробированных методик. Численное моделирование проведено в динамической постановке в системах Ansys Workbench и COMSOL Multiphysics с использованием детализированных моделей изделий, высокоплотной сетки и эффектов конечных деформаций и прогрессирующего разрушения. Достоверность численных расчетов оценивалось путем варьирования размера конечно-элементной сетки, а также сопоставлением полученных решений с решением в рамках упрощённых аналитических моделей.

**Основные результаты**, полученные в диссертационной работе, опубликованы в пяти публикациях в журналах, рекомендованных ВАК РФ и в одна публикация в международных журналах.

Диссертация Бабайцева А.В. является законченной научно-квалификационной работой, в которой были получены аналитические подходы к прочностному расчету составных осесимметричных композитных конструкций, позволяющие оценить напряженно-деформированное состояние изделия, работающего в условиях интенсивного нагружения поверхностными и объемными нагрузками, проведены исследования статической и высокоскоростной прочности композитного материала на основе эпоксидной матрицы и углеродных волокон с впервые проведенным исследованием влияние эффектов искривления волокон на характеристики материала в условиях высокоскоростного нагружения, а так же проведено исследование влияния схемы армирования композиционного материала в динамической постановке, в том числе, с учетом эффектов прогрессирующего нагружения, для случая, трехмерно-армированного и слоистого композиционного материала. Таким образом, диссертационная работа Бабайцева А.В. соответствует критериям, установленным Положением ВАК о порядке присуждения ученых степеней и званий.

Бабайцев А.В. является квалифицированным специалистом в области и заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04. – «Механика деформируемого твердого тела».

Научный руководитель:  
д.ф.-м.н., директор дирекции  
института №9 МАИ

  
Рабинский Л.Н.

Подпись Рабинского Л.Н. заверяю

Начальник кадрового  
делопроизводства работников

  
Носова О.В.