

## ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Паульзен Анны Евгеньевны «Математическое моделирование термомеханических процессов в мягких оболочках из тканых полимерных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**Актуальность темы.** Мягкие оболочки из тканых полимерных материалов находят применение в средствах индивидуальной защиты от ударов, в том числе – на опасных производствах, и защитных устройствах технических объектов, подверженных опасности ударного воздействия. При проектировании таких устройств существует потребность в предварительной оценке способности мягких оболочек из ткани рассеивать и поглощать энергию удара для обоснованного выбора конструктивных параметров. Несомненно, перспективно использование для этой цели математического моделирования. Однако существующие в настоящее время методы математического описания физических процессов, протекающих при соударении жесткого ударника с оболочкой из ткани, недостаточно экономичны либо требуют многочисленных экспериментов для прямой оценки защитной способности по наличию или отсутствию разрушения ткани при ударе.

Поэтому тему диссертации А.Е. Паульзен, в которой решается задача разработки математических моделей и средств компьютерного моделирования термомеханических процессов в оболочках из ткани при ударе жестким поражающим элементом, следует признать актуальной.

**Новизна** результатов работы в области математического моделирования заключается в разработке математической модели процессов деформирования и тепловыделения в тканом многослойном образце при соударении с жестким воздействующим объектом. В предлагаемой модели отдельно рассматриваются стадии волнового и оболочечного соударения. Для нахождения деформаций, напряжений и температур во всех слоях тканого пакета используется модель в форме уравнений моментной оболочки, учитывающая несплошность материала и возможность относительных смещений слоёв и нитей в ткани.

В области численных методов диссертация содержит новый результат, заключающийся в разработке численной схемы для расчета деформаций, напряжений и температурных полей с применением метода расщепления к неявной разностной схеме уравнений движения. Разработанный алгоритм реализован в виде комплекса программ, обеспечивающего все этапы расчёта исследуемого объекта: задание исходных данных, расчет и визуализацию результатов. Объем и реализованная функциональность комплекса подтверждает высокую квалификацию диссертанта и в этой сфере.

**Практическая значимость результатов исследования** определяется возможностью использования разработанной методики расчётов при расчётно-экспериментальной оценке энергопоглощающей способности каждого слоя ткани при ударе в многослойный пакет.

**Достоверность** полученных результатов обеспечивается корректной постановкой начально-краевой задачи, применением современных методов математического моделирования, проведенными верификациями и подтверждается согласованием с результатами натуральных экспериментов.

### **Замечание.**

В работе рассматриваются образцы прямоугольной формы. Применимы ли разработанные

модели и компьютерные программы для расчёта мягких оболочек с криволинейным контуром?

Сделанное выше замечание не влияет на общую положительную оценку работы.

Диссертация Паульзен Анны Евгеньевны является завершённой научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей существенное значение для развития комплексных исследований объектов новой техники с использованием математического моделирования.

Диссертация «Математическое моделирование термомеханических процессов в мягких оболочках из тканых полимерных материалов» соответствует критериям п. 9-11, 13, 14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор – Паульзен Анна Евгеньевна – заслуживает присуждения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 - Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

Заведующий отделом 20

Научно-исследовательского института

прикладной математики и механики ТГУ,

доктор физико-математических наук

(01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела),

старший научный сотрудник

Пономарев Сергей Васильевич

«22» 12 2021

Согласен на включение своих персональных данных в документы, связанные с защитой диссертации, и их дальнейшую обработку.

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский Томский государственный университет»

Почтовый адрес: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36,

телефон: 8 (3822) 52-98-52;

Адрес электронной почты: [rector@tsu.ru](mailto:rector@tsu.ru);

сайт организации [www.tsu.ru](http://www.tsu.ru).



Отзыв поступил  
 в совет 12.01.2022.