

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Игнатовой Анастасии Валерьевны

«Анализ кинетики деформирования и разрушения слоистых тканевых структур с тонкими покрытиями при локальном ударе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела»

Актуальность

Диссертационная работа Игнатовой Анастасии Валерьевны посвящена исследованию влияния поверхностных обработок арамидных тканей на баллистические показатели слоистых тканевых структур при локальном ударном воздействии. Актуальность темы очевидна поскольку одной из задач разработки новых защитных структур является требование повышения их защитных свойств и снижение степени травмирования человека при ударных нагрузках. Исследования требуют проведения дорогостоящих экспериментов с использованием большого количества материалов, поэтому разработка численных моделей, адекватно описывающих кинетику деформирования и разрушения тканевой панели с тонкими покрытиями, имеет прикладное значение. Актуальность данной темы подтверждена также тем, что значительная часть результатов диссертации Игнатовой А.В. получена при выполнении грантов Российского фонда фундаментальных работ (проект № 17-08-01024) и Российского научного фонда (проект № 18-79-00069, проект № 18-19-00377).

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложения. Работа изложена на 145 страницах, содержит 65 рисунков и 22 таблицы. Список литературы включает 180 источников.

Во введении раскрыта актуальность темы исследования, сформулирована цель и основные задачи работы. Приведены основные результаты, показана их научная новизна и практическая значимость.

Первая глава посвящена обзору отечественных и зарубежных литературных источников по этапам развития защитных структур и способам повышения эффективности многослойных тканевых преград при ударном нагружении. Представлены подходы в изучении процессов деформирования защитных слоистых структур, технического пластилина при квазистатическом и динамическом нагружении.

Во второй главе диссертации приведены результаты экспериментальных исследований механических характеристик технического пластилина при квазистатическом и динамическом нагружении. На основании полученных экспериментальных данных построена упруго-вязкопластическая модель технического пластилина в широком диапазоне скоростей деформаций, которая была использована при расчете взаимодействия сферического ударника со слоистыми тканевыми преградами, расположенными на регистрирующей среде – техническом пластилине.

Третья глава диссертации посвящена экспериментальным исследованиям влияния тонких покрытий из эластомеров, термопластов и вязких жидкостей на фрикционное взаимодействие между нитями, характеристики вытягивания нитей из арамидной ткани, а также на прогиб тыльной стороны ткани при низкоскоростном ударе. Важно отметить, что влияние обработок на поведение ткани получено не только для случая квазистатического вытягивания нити, но и при низкоскоростном ударном воздействии. Определены механические характеристики нитей и тонких пленок из ПВА для численного моделирования процесса деформирования арамидных тканей с тонкими покрытиями при локальном ударе.

В четвертой главе предложена эффективная численная малопараметрическая модель арамидной ткани с дополнительным тонким покрытием. Численная модель ткани построена на уровне нитей, что позволяет рассматривать разные механизмы рассеяния кинетической энергии ударника. Дополнительные элементы поверхностной обработки позволяют учесть связанность между нитями материалом покрытия и усилением фрикционных контактов после их разрушения в процессе квазистатического и динамического

нагружения. Параметры материала покрытия ПВА получены сопоставлением расчетных результатов с экспериментальными данными при вытягивании нити из ткани. Установлено, что численные модели позволяют прогнозировать поведение арамидных тканей при низкоскоростном ударе.

Пятая глава посвящена расчетно-экспериментальному исследованию многослойных тканевых систем с тонким покрытием из термопласта ПВА. Для пакета из сухих или обработанных арамидных тканей построены баллистические кривые, определены баллистические пределы, и получены значения прогибов тыльной выпучины (глубины вмятин в пластилине). Расчетная модель слоистой тканевой преграды верифицирована с применением известных экспериментальных данных, полученных при вытягивании одиночной нити из ткани и высокоскоростном ударном нагружении. В ходе экспериментов установлено, что поверхностная обработка ПВА позволяет повысить баллистический предел и снизить тыльный прогиб пакета почти в два раза при увеличении массы образца на 5-6%. На основе предложенной методики поэтапной калибровки расчетной модели получены адекватные значения глубины отпечатка в пластилиновом блоке при скорости ударника ниже баллистического предела.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

Основные научные результаты и выводы, их новизна

Автором получены характеристики технического пластилина в широком диапазоне скоростей деформаций. Предел текучести изменяется в 20 раз при изменении скорости деформации на шесть порядков, что объясняется реономным поведением пластилина. На основании экспериментальных данных определены параметры модели упруго-вязкопластического материала, которая использована в численных расчетах.

Автором проведены экспериментальные исследования весовой эффективности арамидной ткани при квазистатическом и ударном нагружении. Диссертантом установлено, что наилучшим покрытием является обработка водной эмульсией ПВА из рассмотренных 11 видов. Тонкое покрытие ПВА

позволяет увеличить характеристики вытягивания нити (максимальное усилие увеличилось в 3,4 раза и энергия вытягивания в 2,5 раза) и снизить величину тыльного прогиба пакета при увеличении поверхностной плотности ткани на 5-6%.

Автор разработала и верифицировала новые численные малопараметрические модели слоистой тканевой преграды, отличающиеся явным учетом покрытия и усилием фрикционных контактов между нитями после разрушения покрытий. Диссертантом проведены расчеты динамики деформирования и разрушения образцов, показавшие адекватное прогнозирование снижения тыльного слоя пакета при поверхностной обработке ткани с увеличением массы в пределах технологического разброса партии ткани.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Полученные Игнатовой А.В. результаты и выводы достаточно обоснованы, что следует из содержания диссертации, и не противоречат данным, опубликованным в российских и зарубежных изданиях.

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием подходов и методов механики деформируемого твердого тела, удовлетворительным соответствием расчетных и экспериментальных данных. В своих исследованиях автор использовала современное поверенное испытательное оборудование.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Предложенный способ поверхностной обработки арамидных тканей (для снижения локального тыльного прогиба) и разработанные численные модели их деформирования могут быть использованы при разработке современных многослойных тканевых бронепанелей для индивидуального и коллективного использования, включающих в себя слоистые тканевые панели. Практическое значение результатов подтверждено соответствующей справкой о внедрении с предприятия АО «ФОРТ Технология» (г. Москва).

«Положения о порядке присуждении ученых степеней», которое было утверждено постановлением Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.

Считаю, что Игнатова Анастасия Валерьевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент,
заведующий кафедрой фундаментальной
математики Федерального
государственного автономного
образовательного учреждения высшего
образования «Пермский государственный
национальный исследовательский
университет»,

доктор технических наук,
профессор

 Аптуков Валерий Нагимович

«11» мая 2021 г.

Адрес: 614990, г. Пермь, ул. Букирева, д. 15,
ФГАОУ ВО «ПГНИУ»

Адрес эл. почты: aptukov@psu.ru

Раб. телефон: +7 (342) 239 68 19

Специальность, по которой официальным оппонентом была защищена диссертация: 01.02.04 – Механика деформируемого твердого тела.

Я, Аптуков Валерий Нагимович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного Совета и их дальнейшую обработку.

