ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию

Жихарева Михаила Владиленовича

«Оценка прочности высоконагруженных пластин из композитных материалов при локальном ударном воздействии»,

представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твёрдого тела»

Актуальность

Диссертационная работа Жихарева Михаила Владиленовича посвящена исследованиям влияния ударного воздействия на прочностные свойства композитных пластин. Актуальность темы не вызывает сомнений, поскольку для проектирования надежных и современных композитных конструкций высокого весового совершенства необходим инструментарий для оценки уровня повреждений и остаточной прочности в случае низко- и высокоскоростного удара. Ввиду того, что проведение экспериментальных исследования является достаточно трудоемким процессом, сопряженным со значительными материальными затратами, разработка численных моделей, которые адекватно описывают деформирование и разрушение композиционных материалов при ударном нагружении, а также методов идентификации параметров этих моделей, имеет важное прикладное значение. Кроме того, в диссертационной работе предложен метод ремонта повреждений после удара, отличающийся высокой оперативностью и простотой реализации. Актуальность темы диссертации подтверждается и тем, что значительная часть результатов диссертации Жихарева М.В. получена при выполнении грантов Российского научного фонда (проект № 14-19-00327 и проект № 18-19-00377).

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературных источников. Работа изложена на 125 страницах, содержит 59 рисунков, 13 таблиц. Список литературы включает 179 источников.

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

Первая глава посвящена обзору отечественных и зарубежных литературных источников по анализу повреждений элементов конструкций при ударном воздействии, анализу подходов, применяемых при моделировании процессов деформирования и разрушения композитных панелей при низко- и высокоскоростном ударе.

Во второй главе диссертации приведены результаты экспериментальных исследований механических свойств стеклопластика СТЭФ при квазистатическом и динамическом нагружении, баллистическом ударе. Крайне важно, что баллистические характеристики материала получены не только для случая прямого удара, но и в преднагруженном состоянии, при наклонных ударах. Проведены эксперименты по определению остаточной прочности материала СТЭФ после ударного воздействия.

Третья глава диссертации посвящена расчетным исследованиям деформирования и разрушения стеклопластика при баллистическом ударе. Для многослойной композитной панели была построена расчетная мезоструктурная модель, учитывающая в явном виде переплетение нитей и сочетающая оболочечные и твердотельные элементы с общими узлами. В модели взаимодействие между слоями учитывали с помощью специальных полимерных прослоек, которые позволяют моделировать зону повреждения материала. Предложена методика по оценке остаточной прочности композитной панели после ударного воздействия.

Четвертая глава посвящена методике ремонта композитных панелей после ударного воздействия. Изучены факторы, влияющие на реологические свойства полимерной матрицы (вязкость компаунда и поверхностное натяжение в аспекте капиллярных эффектов), используемой при ремонте. Найдена оптимальная температура компаунда, необходимая для заполнения трещин и расслоений. Предложена методика оперативного ремонта повреждений,

обеспечивающая восстановление прочностных свойств материала до 80-90% от неповрежденного состояния.

Основные научные результаты и выводы, их новизна

Автором исследованы прочностные характеристики стеклопластика в широком диапазоне скоростей деформирования. Предел прочности при динамическом растяжении увеличивается почти в 2 раза, что объясняется тем, что волокна в стеклопластике не успевают распрямиться во время нагружения и работают как в композите с прямыми волокнами. Данные результаты хорошо коррелируют с прочностью композита из однонаправленных стеклянных волокон с той же долей волокон в направлении нагружения. На основании полученных данных корректируются свойства материала в модели. Более того, введение дополнительного полимерного слоя позволило спрогнозировать зону разрушения при ударе, что в сочетании с достаточно небольшой размерностью задачи можно считать главным научным результатом работы.

Автор разработал и экспериментально подтвердил методику оценки остаточной прочности после баллистического нагружения. А также разработал эффективный метод ремонта повреждений типа расслоений после низкоскоростного удара по композитной панели.

Степень обоснованности научных положений и выводов, сформулированных в диссертации

Полученные результаты и выводы в диссертационной работе Жихарева М.В. достаточно обоснованы, что следует из содержания диссертации, и не противоречат данным, опубликованным в отечественных и зарубежных источниках.

Достоверность результатов обеспечивается корректным использованием подходов и методов механики деформируемого твердого тела, удовлетворительным соответствием расчетных и экспериментальных данных. Диссертант использовал в своих исследованиях современное программное обеспечение и испытательное оборудование.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов

Предложенная методика ремонта повреждений может быть использована в практике ремонта конструкций из композитных материалов, о чем получена соответствующая справка о внедрении с АО «Полидор» (г. Челябинск). Разработанная расчетная модель может быть использована при проектировании деталей транспортной техники, о чем получена справка о внедрении с АО «ФОРТ Технология» (г. Москва).

Апробация результатов работы

Основные положения диссертационной работы докладывались и обсуждались на международных и региональных конференциях, научных семинарах. Результаты исследования достаточно полно представлены в восьми статьях, опубликованных в ведущих рецензируемых научных изданиях, включая пять публикаций в изданиях, индексируемых Scopus или Web of Science, три публикации изданиях, рекомендованных ВАК.

Замечания по диссертационной работе

1. В литературном обзоре автор недостаточно внимания уделил отечественным исследованиям в области численного моделирования процессов разрушения материалов при импульсном нагружении.

2. Автор исследует влияние скорости деформирования на прочность стеклопластика в диапазоне 0,001…200 1/с, однако при баллистическом нагружении скорости деформирования материала существенно выше рассмотренных автором. При этом не приводятся обоснования по переходу от скоростей деформирования 200 1/с к скоростям порядка 10^5-10^6 1/с, наблюдаемых при баллистическом нагружении.

3. Хотелось бы, чтобы автор подтвердил работоспособность разработанной численной модели не только за счет увеличения ее толщины, но и исследовав другое воздействие, например, ударное нагружение в преднагруженном состоянии.

Отмеченные замечания не снижают общей положительной оценки диссертации.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным «Положением о порядке присуждении ученых степеней»

Диссертация Жихарева Михаила Владиленовича «Оценка прочности высоконагруженных пластин из композитных материалов при локальном ударном воздействии» является законченной научно-квалификационной работой, которая вносит существенный вклад в развитие страны и соответствует требованиям п.9 «Положения о порядке присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 года.

Считаю, что Жихарев Михаил Владиленович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 – «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент,
заведующий научно-исследовательской лабораторией динамических испытаний материалов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского» (ННГУ),
доктор технических наук (01.02.04),
профессор Брагов Анатолий Михайлович

«10» апреля 2019 г.

Адрес: 603950, г. Нижний Новгород, пр. Гагарина 23, корп. 6,
ФГАОУ ВО «ННГУ»
Адрес эл. почты: bragov@mech.unn.ru
Раб. телефон: +7 (831) 465-16-22

Я, Брагов Анатолий Михайлович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного Совета, и их дальнейшую обработку.

Подп
Заве