

Отзыв

официального оппонента на диссертационную работу

Сборщикова Сергея Васильевича

«Моделирование циклического деформирования упруго-пластических композиционных материалов на основе метода асимптотического осреднения»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-

математических наук по специальности

1.1.8. Механика деформируемого твёрдого тела.

Актуальность работы обусловлена все более широким использованием композиционных материалов современной промышленностью. Особое место занимают композиционные материалы на металлической матрице, проявляющие упруго-пластические свойства. Несмотря на высокие прочность, жаростойкость и др. преимущества композиционных материалов с металлическими матрицами перед традиционными материалами, их производство и применение ограничено. Это обуславливается в том числе и отсутствием в настоящее время методов моделирования эффективных свойств анизотропных упругопластических композитов, допускающих аналитическое представление, что облегчает решение задач пластичности.

Целью исследований является разработка аналитического представления определяющих соотношений анизотропных упругопластических композиционных материалов при циклическом нагружении в рамках деформационной теории пластичности и разработка методики расчета эффективных определяющих соотношений композитов данного класса.

Диссертационная работа Сборщикова С.В. состоит из введения, 3 глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 157 страницах, содержит 58 иллюстраций и 3 таблицы. Библиография включает 157 наименований.

Во введении описана предметная область, сформулирована цель диссертационной работы, подтверждена актуальность работы, дана информация о публикациях автора и апробации работы.

В первой главе изложены основы моделирования свойств упругопластических композиционных материалов при циклическом нагружении. Представлено развитие метода асимптотического осреднения Бахвалова-Победри для упругопластических

Отдел документационного
обеспечения МАИ

«08» 09 2023г.

композитов при циклических нагружениях. Применяется модель А.А. Ильюшина-В.В. Москвитина для компонентов упругопластических композитов при циклических процессах. Приведена исходная постановка задачи теории пластичности для промежутков времени с постоянным направлением нагружения. Формируются локальные задачи пластичности на ячейке периодичности для циклов нагружения. Предложен алгоритм конечно-элементного решения локальных задач и описан разработанный программный модуль для решения этих задач. Приведено сравнение результатов тестовых расчетов для случая линейно-упругих КМ с результатами, полученными с помощью программного комплекса ANSYS. Представлены примеры решения задач для упругопластических КМ на основе металлической матрицы. Al матрицы и SiC волокон.

Во второй главе формулируются общие аналитические представления для эффективных определяющих соотношений анизотропных упругопластических сред при циклических нагружениях с использованием спектральных представлений квазилинейных тензорных функций. Предложены микроструктурные модели с использованием соотношений между спектральными инвариантами тензоров напряжений и деформаций для трансверсально-изотропных и ортотропных упругопластических сред и методика определения констант, входящих в эти модели. Приведены результаты расчетов.

В третьей главе разрабатывается методика решения двух-масштабных задач деформационной теории пластичности для элементов конструкций из упругопластических композиционных материалов при циклическом нагружении. С учетом разработанных спектральных представлений определяющих соотношений формулируется постановка осредненной задачи теории пластичности композитных материалов при циклическом нагружении. Предложен алгоритм вычисления тензоров концентрации микронапряжений в ячейке периодичности, соответствующих различным точкам композитной конструкции с осредненными эффективными свойствами. Приведено численное решение трехмерной задачи о 4-х точечном изгибе балки из ортотропного тканевого упругопластического композита с вычисленными ранее константами микроструктурной модели и поля микронапряжений в ячейке периодичности для нескольких контрольных точек балки.

Научная новизна работы основывается на том, что в ней разработан вариант метода асимптотического осреднения упруго-пластических композиционных материалов при циклических нагружениях на основе деформационной теории пластичности А.А. Ильюшина – В.В. Москвитина и разработана методика построения микро-структурных

эффективных определяющих соотношений деформационной теории анизотропной пластичности при циклических нагружениях для композитов с произвольной периодической микроструктурой.

Замечания.

Замечаний по работе практически нет. Отмечу лишь некоторые некорректные записи:

1. На странице 15 при постановке задачи определяющие соотношения записаны в индексной форме, $\sigma_{ij} = F_{ij}(\varepsilon_{kl}, x_m)$. Такая запись понимается неоднозначно.
2. Не совсем понятна формула (1.6) на странице 16, а также последующие пояснения к ней. Видимо правильной было бы воспользоваться функцией «сигнум», $\text{sgn}(x)$.

Замечания по работе не снижают ценности диссертационного исследования. Общей высокой оценки его новизны и практической значимости.

Заключение.

Считаю, что диссертационная работа Сборщикова Сергея Васильевича «Моделирование циклического деформирования упруго-пластических композиционных материалов на основе метода асимптотического осреднения» полностью соответствует «Положению о порядке присуждения ученых степеней» ВАК, а её автор Сборщиков Сергей Васильевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.1.8. Механика деформируемого твердого тела.

Официальный оппонент:

Доктор физико-математических наук,
профессор, заведующий кафедрой «Механика композитов»,
Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Московский государственный университет имени М.В.
Ломоносова»

Горбачев Владимир Иванович



05.09.2023

Подпись Горбачева В.И. удостоверяю

Нак. ст. проф. (ф.и.о. Ломоносова Г.И.)

С отзывом ознакомлен

08.09.2023г.