

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Хамед Мемарианфарда на тему: «Двухуровневый метод в механике толстостенных намоточных оболочек из армированных полимеров (при их создании и эксплуатации)», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

Перспектива получения композитных волокнистых толстостенных намоточных цилиндров монолитными и без трещин открывает широкие возможности применения их в мало освоенных областях техники. Например, глубоководные аппараты, для которых требуется нулевая плавучесть, ракетные двигатели на твердом топливе, стойки шасси посадочных модулей космических аппаратов, специальные контейнеры, включая супербаллоны для хранения и транспортировки газов.

Попытки создания толстостенных продольно-поперечных намоточных цилиндров не были удачными из-за расслаивания цилиндров в процессе их создания. В случае толстостенных намоточных цилиндров из-за цилиндрической анизотропии, усадочных напряжений и деформаций (в процессе отверждения и охлаждения возникают растягивающие напряжения в радиальном направлении), могут формироваться кольцевые трещины. Исследованию этого явления посвящена рассматриваемая работа.

Цель диссертационной работы состоит в разработке нелинейного многомасштабного (многоуровневого) численного алгоритма для прогноза напряженно-деформированного состояния в толстостенных намоточных оболочках из армированных полимеров (при создании и эксплуатации) на макро- и микроуровне.



Научная новизна диссертационной работы. Основной научной новизной в работе, по-видимому, является разработка нелинейного вычислительного многомасштабного (многоуровневого) алгоритма для прогнозирования остаточных макронапряжений и локальных микронапряжений в микроструктуре (в выделенной ячейке) толстостенных намоточных толстостенных оболочек в процессе их создания, а также отверждения и охлаждения. Автором диссертационной работы определяются макро- и микронапряжения в различных зонах намоточного изделия из армированных полимеров на стадии отверждения и охлаждения, с учетом нелинейного поведения материала. В этом методе, нелинейную матрицу жесткости определяют на каждом этапе (шаге по времени) усреднением неупругих микронапряжений по объёму элементарной ячейки композита.

Достоверность результатов исследования. В работе представлены экспериментальные исследования трещинообразования в толстостенных цилиндрических оболочках из стеклопластика однонаправленной и продольно-поперечной структуры. Теоретические результаты работы не противоречат экспериментальным исследованиям и подтверждают выдвинутые гипотезы о решающем влиянии микронапряжений в монолитности толстостенных армированных полимерных цилиндров продольно–поперечной структуры.

Структура и содержание диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, и списка литературы.

Во введении обосновывается актуальность темы исследования и необходимость решения сформулированной задачи в связи с перспективой создания толстостенных намоточных цилиндрических оболочек из армированного полимера, здесь же отмечается новизна диссертационной работы.

В первой главе диссертационной работы проводится подробный обзор литературы по расчету остаточных напряжений в толстостенных композиционных цилиндрах и представлены экспериментальные исследования указанной проблемы. Автор разработал аналитическую асимметричную модель для определения остаточных микронапряжений и макронапряжений в однонаправленных намоточных цилиндрах. На основании анализа данных обосновывается необходимость решения сформулированной задачи в связи с перспективной созданием монолитных толстостенных намоточных цилиндрических оболочек из армированного полимера.

Во второй главе излагаются математические основы многомасштабного (от микроструктуры до сплошной среды) анализа. Дается описание методов исследования, осуществляется формулировка расчетных схем, и вычислительного многоуровневого алгоритма для решения задач о напряженно-деформированном состоянии макро- и микроструктуры толстостенных композитов из армированных полимеров в процессе изготовления изделия. Механическое поведение полимерной матрицы описано с использованием нелинейной вязкоупругой модели и с учетом химической усадки.

В третьей главе рассмотрен толстостенный кокон, предназначенный для работы при действии высокого давления (намоточный толстостенный цилиндр с полусферическими заглушками по торцам). Рассчитываются с учетом неупругих деформаций остаточные температурные макро- и микронапряжения на стадии отверждения и охлаждения, а затем при действии механической нагрузки с использованием разработанного и описанного во второй главе вычислительного алгоритма.

Четвертая глава содержит выводы и обсуждение полученных результатов, в сопоставлении с результатами исследований других авторов. В конце работы приводится достаточно подробный список литературы, посвященной рассматриваемой проблеме.

По диссертационной работе имеются следующие замечания.

1. В методе двухмасштабных асимптотических разложений, как правило, осуществляется построение корректирующего тензора (корректора), причем можно доказать, что корректор «не повышает» упругие модули (изотропного) композита по сравнению с методом Фойгта. В этой связи не совсем понятно, как соотносятся, по-видимому, эмпирические формулы (2.3), с методом, основанным на двухмасштабных асимптотических разложениях, применявшимся в диссертации.

2. В диссертации отмечена необходимость учета нелинейных эффектов, причем в случае больших деформаций, естественно проводить расчеты в рамках конечных деформаций. Между тем, в соотношениях Коши (2.21) почему-то отсутствуют нелинейные слагаемые.

3. Диссертация содержит значительное число опечаток (например, с ошибкой написано название раздела 2.3); в библиографии используются несогласованные стили (разные стили в статьях [59], [78] и [75] и др.).

Заключение.

В целом, диссертация является законченным научным исследованием, в котором получены новые, актуальные результаты. Результаты диссертации своевременно и полностью опубликованы. Автореферат достаточно полно отражает содержание диссертации.

Диссертация соответствует всем критерия «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее

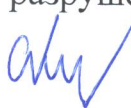
автор, Хамед Мемарианфард, заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 01.02.04 - «Механика деформируемого твердого тела».

Официальный оппонент

доктор физико-математических наук, профессор

Ведущий научный сотрудник

ФГБУ науки "Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского" РАН
(Лаборатория механики разрушения и прочности материалов и конструкций)
Кузнецов С.В.



Адрес: 119526 Москва,
пр-т Вернадского, д. 101, корп. 1
тел: +7-495-434-00-17
Email: kuzn-sergey@yandex.ru

ПОДПИСЬ	<i>С.В. Кузнецов</i>	ЗАВЕРЯЮ:
	Ученый секретарь ИГиЛ РАН, к.ф.-м.н.	
29	<i>май</i>	Е.Я. Сысоева 2017 г.

Подпись Кузнецова С.В. удостоверяю

