

ОТЗЫВ

официального оппонента д.т.н. Малышевой Галины Владленовны на диссертацию Лесняк Любовь Ивановны на тему «Влияние инерционных сил на остаточные напряжения и реологию полимеров и композитов на их основе», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения

Актуальность темы. В настоящее время полимеры и полимерные композиционные материалы (ПКМ) на основе органических матриц нашли широчайшее применение практически во всех отраслях промышленности. Они постепенно вытесняют такие традиционные конструкционные материалы, как металлы и сплавы. Основными преимуществами ПКМ является низкая плотность и высокие механические характеристики, что позволяет снижать массу конструкций. Объем использования ПКМ в конструкциях планера современных самолетов достигает 50% по массе (например, Boeing 787, Airbus A350, а также отечественные ближне-среднемагистральные самолеты нового поколения МС-21).

В научной литературе большое внимание уделено проблемам, связанным с разработкой и модификацией существующих полимеров и ПКМ, созданию новых энергоэффективных технологий формования из них деталей и разработке новых методов оценки всего комплекса технологических, теплофизических, деформационно-прочностных и др. свойств. Практический опыт разработки и использования ПКМ показывает, что существенное влияние на долговечность композитных конструкций оказывают вязкоупругие свойства ПКМ, которые и определяют их поведение при механических воздействиях. Следовательно, для успешного внедрения в промышленность новых ПКМ необходимы глубокие междисциплинарные исследования по статическому и динамическому деформированию полимеров и ПКМ.

Поэтому, диссертационная работа Лесняк Л.И., направленная на разработку новых и совершенствование существующих расчетных схем с учетом особенностей трактовки вязкоупругих свойств полимеров, безусловно актуальна.

Достоверность и новизна выводов и результатов исследования.

Полученные автором результаты и выводы по работе показывают, что все задачи, сформулированные в ходе проведенных научных исследований, полностью успешно решены.

Публикации автора имеют достаточно высокий уровень и отражают основное содержание диссертации. К их числу относятся 16 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ по данной специальности и 7 статей в журналах, входящих в международные базы Web of Science и Scopus.

Достоверность результатов обеспечена сравнением результатов при решении задач для однородного материала с известными аналитическими решениями и экспериментальными данными, сравнением результатов для неоднородного материала, полученных различными численными методами (МКР, МКЭ, ВРМ), а также проверкой выполнения всех граничных условий, дифференциальных и интегральных соотношений.

Научную новизну имеют следующие полученные автором результаты:

- 1) Разработана методика определения упругих и релаксационных параметров ПКМ на основе волокнистых армирующих материалов и термореактивной матрицы;
- 2) Разработаны математические модели, описывающие поведение ПКМ при действии нагрузки, что позволило уточнить механизм разрушения;
- 3) Разработаны методики, позволяющие оценить комплекс свойств ПКМ, в том числе ползучесть, релаксацию напряжений и остаточные напряжения, что дополнило существующие теории вязкоупругости.

Практическая значимость. В работе получены ценные данные о характере накопления повреждений ПКМ при временных аномалиях, связанных с зависимостью напряжений и от деформации и от ее скорости. Разработаны модели, позволяющие учесть макроскопические и молекулярные процессы в ПКМ. В работе для конкретных схем нагружения определены все расчетные модели, позволяющие описать поведение ПКМ при различных режимах деформации. Таким образом, разработаны методики,

позволяющие прогнозировать поведение ПКМ в зависимости от их вязкоупругих свойств.

Значимость выполненной работы для науки и техники.

Диссертационная работа представляет большой научный и практический интерес. Такое заключение обосновано следующими причинами.

Во-первых, разработанные в диссертации методики позволяют количественно предсказать поведение ПКМ. Таким образом, диссертация вносит вклад в дальнейшую разработку и совершенствование механики полимеров.

Во-вторых, предложенные новые инструментальные подходы к оценке величин ползучести и остаточных напряжений имеют принципиальное значение при расчетах напряженно-деформированного состояния композитных конструкций, изготовленных из волокнистых армирующих материалов и терморезистивных матриц.

Ценность работы для науки и техники заключается в разработке новых методических подходов к проектированию композитных конструкций.

Оценка содержания диссертации.

Во введении обоснована актуальность диссертационной работы, сформулирована цель и задачи, намечена методология и методы исследования с использованием новейшего экспериментального оборудования и программного обеспечения.

Первая глава носит обзорный характер, она посвящена анализу публикаций, посвященных методам оценки упругих и вязкоупругих свойств полимеров. Существенное внимание автор уделил вопросам, связанным с механикой процессов разрушения. В этой части диссертационной работы представлены основные математические модели и предложены методы их решения.

Вторая глава диссертационной работы посвящена разработке методик определения реологических параметров. Автор, первоначально, с использованием кривых ползучести, описывает методику определения физико-механических параметров и далее последовательно предлагает методы их аналитического определения. Грамотно и последовательно, со

всеми математическими выкладками, описана методика определения параметров в уравнения Максвелла-Гуревича.

Получены искомые параметры для ряда полимеров и ПКМ: эпоксидного полимера ЭДТ-10, углепластика и стеклопластика, которые использованы в последующих расчётах напряжённо-деформированного состояния и остаточных напряжений в цилиндрах из перечисленных выше полимеров и ПКМ.

Третья глава носит теоретический характер и полностью посвящена разработке решающих уравнений, которые далее автор использует для оценки напряженно-деформированного состояния полимерного тела. В этой части работы автор приводит расчетную модель, дает схемы аппроксимации функций с помощью методов конечной разности и основные разрешающие уравнения, которые позволяют определять значения температурных полей и напряженно-деформированного состояния. Предложенные автором модели позволяют учесть косвенные неоднородности и наличие высокоэластических деформаций.

В четвертой главе приведены результаты моделирования напряженно-деформированного состояния вращающегося тела. Решения проводятся, начиная от самой простой постановки, учитывающей только возникающие под действием вращения тела инерционных сил, до наиболее сложной, учитывающей изменение во времени температурного поля по радиусу цилиндра и, соответственно, изменение его физико-механических свойств, являющихся значительной функцией от температуры. Всё это позволяет предсказать и оценить появление остаточных напряжений в готовом изделии. Показано, что эти напряжения могут составлять весьма существенные значения.

Замечания:

1. В работе отсутствуют выводы по 1 главе, которая заканчивается уравнением (1-45, стр. 27), без каких-либо комментариев).

2. В тексте работы нет четкого различия, между полимерными и ПКМ материалами. Автор в одной части работы пишет о ПКМ (2 глава), в другой о полимерных телах (3 глава), а из 4 главы вообще не понятно, о каких материалах идет речь.

3. Не ясно, о каких высокоэластических деформациях, применительно к эпоксидному полимеру, автор пишет в 3 главе.

4. В качестве объекта исследований автор использует цилиндрическое тело, однако не указывает, для каких реальных конструкций этот объект целесообразно применять.

5. На стр. 64-91 приведено избыточное (на мой взгляд) количество однотипных результатов расчетов (рис. 4.1-4.37), но нет обсуждения полученных результатов. Аналогичные замечания по рис. 4.38-4.41, рис. 4.42-4.43. и рис. 4.44-4.49.

Однако, указанные замечания носят уточняющий характер и не влияют на положительную оценку оппонируемой работы.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертации и соответствия содержания автореферата ее положениям.

Основные положения диссертации нашли свое полное отражение в достаточно большом количестве публикаций – 16 работ, из которых 3 – в изданиях, рекомендованных ВАК РФ, 7 – в изданиях, входящих в базы цитирования Scopus/ Web ofScience; 6 – в иных рецензируемых журналах и сборниках трудов конференций по теме диссертации. Автореферат подробно и правильно отражает основное содержание работы.

Анализ качества оформления диссертации.

Структура диссертации Лесняк Л.И. является традиционной и соответствует требованиям ВАК РФ. Она состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 96 наименований. Диссертация изложена на 119 стр., включает 4 таблицы и 60 рисунков.

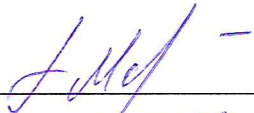
Диссертационная работа логично структурирована, написана грамотным научным языком, изложена в современном нормативном научно-техническом стиле, аккуратно оформлена и по этим признакам отвечает требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Работа базируется на большом количестве исследований, их грамотном анализе и обработке. Принципиальных замечаний к оформлению диссертации и автореферата нет. Оформление работы соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям.

Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней.

Работа соответствует пунктам №7 (Физические состояния и фазовые переходы в высокомолекулярных соединениях. Реология полимеров и композитов) и №8 (Усовершенствование существующих и разработка новых методов изучения строения, физико-химических свойств полимеров в конденсированном состоянии и других свойств, связанных с условиями их эксплуатации) паспорта специальности «Высокомолекулярные соединения».

Сделанные замечания не снижают общего благоприятного впечатления от работы которая соответствует всем требованиям пп.9-14 Положения о присуждении ученых степеней ВАК РФ (в редакции от 11.09.2021 г.), предъявляемым к кандидатским диссертациям, а её автор Лесняк Любовь Ивановна заслуживает присвоения ей ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7. Высокомолекулярные соединения.

Официальный оппонент, доктор технических наук по специальности 05.17.06 — Технология и переработка полимеров и композитов, доцент, профессор кафедры «Ракетно-космические композитные конструкции»


_____ Галина Владленовна Малышева
26.04.2022г.

Подпись, должность, ученую степень и ученое звание Г. В. Малышевой удостоверяю



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э.Баумана (Национальный исследовательский университет)». Адрес: 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1. Тел.: +7 (499) 263 63 91, +7 (499) 267 48 44.

E-mail: bauman@bmstu.ru. URL: <https://www.bmstu.ru>

+7-985-231-94-75; malyin@mail.ru