

ОТЗЫВ

**Официального оппонента Олиховой Юлии Викторовны
на диссертационную работу Сагомоновой Валерии Андреевны
«Слоистые вибропоглощающие материалы на основе термоэластопла-
стов и органических волокон и технология их изготовления»,
представленную на соискание ученой степени кандидата технических
наук по специальности 05.17.06 –
Технология и переработка полимеров и композитов**

Актуальность диссертационной работы

Полимерные материалы благодаря особенностям их молекулярного и надмолекулярного строения относятся к наиболее перспективным для разработки слоистых вибропоглощающих материалов (ВПМ) и покрытий. Снижение уровня вредных шумов и вибрации внутри транспортных средств, а в особенности летательных аппаратов, является актуальной областью исследования. Особенно остро проблема снижения вибрации стоит для элементов конструкций сложных технических систем, выполненных из полимерных композиционных материалов (ПКМ). В этом отношении диссертация Сагомоновой В.А., посвященная формулированию общих закономерностей создания и разработке слоистых вибропоглощающих материалов на основе термопластичного полиуретана и термостойких полимерных волокон, полностью соответствует современным тенденциям. Научное направление повышения вибропоглощающих свойств слоистых пластиков также чрезвычайно актуально за рубежом, о чем свидетельствует значительное количество научной и охранной литературы, публикуемой ведущими производителями ПКМ.

Структура и содержание

Представленная на отзыв диссертация объемом 154 страницы машинописного текста состоит из введения, трех глав, выводов, списка использованной литературы из 86 наименований, содержит 33 рисунка и 72 таблицы.

Во введении автор обосновал актуальность темы диссертационной работы, сформулировал ее цель и задачи, научную новизну и практическую значимость, представил основные достигнутые результаты и положения, выносимые на защиту.

Литературный обзор (первая глава) позволяет проследить поступательное развитие науки в области создания вибропоглощающих материалов: от однослойных вибропоглощающих покрытий до ПКМ с интегрированным вибропоглощающим слоем для изготовления различных элементов конструкции авиационной техники с повышенными демпфирующими свойствами. Автором описаны как процессы, происходящие в полимерах на макромолекулярном уровне, обеспечивающие диссипацию вибрационной энергии, так и

виды деформаций, которым подвергаются вибропоглощающие слои; механизмы структурно-химического модифицирования полимеров для создания ВПМ. В литературном обзоре приведена классификация ВПМ, в том числе слоистых; освещены вопросы подбора материалов слоев и их взаимодействия между собой; рассмотрены способы размещения ВПМ в конструкции салона самолетов для достижения оптимальной массовой эффективности.

Во второй главе дано описание использованных материалов для изготовления слоистых ВПМ и ПКМ с интегрированным вибропоглощающим слоем, их структура и внешний вид, приведены оборудование и методики исследования, среди которых динамический механический анализ, дифференциальная сканирующая калориметрия, растровая электронная микроскопия и другие современные методы исследования. Выбранные автором методы свидетельствуют о высоком уровне исследований и надежности получаемых данных.

В третьей главе представлены результаты исследований, включающие девять подразделов. Первые четыре подраздела данной главы посвящены исследованию влияния вибропоглощающего и армирующего слоев на комплекс свойств слоистого ВПМ, выбору структуры демпфирующих материалов, регулированию их свойств и технологии соединения слоев между собой. На основании полученных результатов Сагомоновой В.А. сформулированы общие принципы и закономерности разработки слоистых армированных ВПМ на основе термоэластопластов и различных волокон.

В пятом и шестом подразделах автором показано, как выведенные закономерности реализуются при разработке термостойкого слоистого вибропоглощающего материала и различных ПКМ с повышенными вибропоглощающими свойствами, в том числе благодаря внедрению в их внутреннюю структуру вибропоглощающего слоя, что приводит к возрастанию коэффициента механических потерь ($\text{tg} \delta = 0,15$). Седьмой подраздел посвящен исследованию влияния клеевых слоев на вибропоглощающие свойства составной конструкции из ВПМ и металлической подложки, в восьмом приводятся свойства разработанных материалов, а в девятом результаты опробования разработанных материалов на наземном и воздушном транспорте.

В целом диссертационная работа Сагомоновой В.А. производит положительное впечатление: проделан значительный объем экспериментов для формирования общих закономерностей создания слоистых ВПМ, достигнуты поставленные цель и задачи работы по разработке материалов.

Научная новизна диссертации:

Научная новизна диссертационной работы заключается в формулировании общих принципов разработки слоистых ПКМ с интегрированным вибропоглощающим слоем и слоистых вибропоглощающих материалов на осно-

ве термоэластопластов и органических волокон, на основании которых и при направленном сочетании слоев различной природы и толщины автором был получен ПКМ с интегрированным вибропоглощающим слоем, имеющий коэффициент механических потерь $\text{tg}\delta \geq 0,05$ в диапазоне частот 100-500 Гц, а также слоистый вибропоглощающий материал на основе термостойких полимерных волокон и термопластичного связующего с пониженной поверхностной плотностью, работоспособный в диапазоне частот 100-1000 Гц и температур от -60 до +180 °С.

Достоверность полученных результатов исследования подтверждается использованием стандартизованных методов испытаний, метрологически аттестованного, поверенного современного оборудования, всесторонними исследованиями большого количества образцов и статистической обработкой значительного объема экспериментальных данных. Результаты исследования вибропоглощающих свойств слоистых ВПМ различного состава, приведенные в диссертации, не противоречат данным, опубликованным в открытой печати.

Практическая значимость полученных результатов работы определяется тем, что автором разработаны составы и технологии изготовления слоистых вибропоглощающих материалов типа «сэндвич», состоящих из внешних слоев на основе волокон различного состава и внутренней полимерной прослойки. Выпущены комплекты нормативной документации на разработанные материалы и процессы их изготовления (технические условия, технологические рекомендации), получен патент РФ 2687938 «Полимерный композиционный материал с интегрированным вибропоглощающим слоем».

Автором диссертации обобщены и сформулированы закономерности разработки и направленного регулирования свойств слоистых ВПМ на основе термоэластопластов, которые могут быть использованы для создания линейки демпфирующих материалов и прогнозирования их свойств.

Разработанные материалы были опробованы в составе сложных технических систем, как наземного типа, так и в элементах конструкции летательных аппаратов. По результатам проведенных испытаний разработанный материал марки ВТП-3В применяется на АО «Компания «Сухой», а ПКМ с интегрированным вибропоглощающим слоем является перспективным для изготовления панелей интерьера самолетов с повышенными вибропоглощающими и звукоизоляционными свойствами.

Основные результаты диссертации опубликованы в 12 научных публикациях, включая 8 публикаций в изданиях, включенных в перечень ВАК, 2 публикации в изданиях, индексируемых в международной базе данных Scopus, и 1 патенте.

Автореферат достаточно полно отражает основное содержание и выводы диссертационной работы, а также публикации по ее тематике.

Основные замечания по работе

1. Из текста диссертации не ясно, каким образом определяли температуру стеклования исследуемых материалов методом термогравиметрического анализа (табл. 3.2, С. 58), фиксирующим изменение массы образца при изменении температуры. Стеклование – релаксационный переход, не сопровождающийся изменением массы.

2. В ряде случаев показано, что значения коэффициента механических потерь возрастают с увеличением частоты (например, в табл. 3.43 на С. 106 приведены значения этого показателя для 100 и 1000 Гц). Вместе с тем, полимеры (исследуемый ВПМ включает слои ткани СВМ, нетканого полотна Арселон и фторопластовой пленки) являются вязкоупругими материалами, для которых характерно механическое стеклование при увеличении частоты нагружения.

3. Температурные зависимости коэффициента механических потерь Витур Т-0533-90С (рис. 3.6 и 3.7) имеют мало общего с аналогичными зависимостями на рис. 3.1 и 3.3а, полученными при той же частоте (100 Гц). В каких условиях были получены эти данные? Насколько воспроизводимы результаты исследований методом ДМА при помощи прибора, схематично показанного на рис. 2.2.1, марка и производитель которого автором не указаны?

4. В диссертации не сформулированы четкие требования к уровню свойств (диссипативных, механических) разрабатываемых вибропоглощающих материалов, отсутствует сравнение с уже имеющимися отечественными и зарубежными аналогами.

5. Из названия и данных табл.3.51 (С. 120) неясно, какие образцы ПКМ испытывались (составы и толщины образцов ПКМ, указанные в табл. 3.50 различны).

6. На рис. 3.17б (С. 126) приведены температурные зависимости коэффициента механических потерь образцов ПКМ со связующим ВСК-14-6 и интегрированным вибропоглощающим слоем (поливинилацетатная пленка), однако на трех из четырех зависимостей имеется только один пик в области стеклования. Вместе с тем и отвержденное эпоксидное связующее и поливинилацетат являются аморфными материалами, следовательно на зависимостях должны проявляться две температуры стеклования.

7. На С. 68, 71 и 98 речь идет об использовании фольгопласта в составе разрабатываемых материалов, однако нигде (ни в главе «Объекты и методы исследований», ни в тексте главы «Результаты экспериментов и их обсуждение») не указано, что он из себя представляет.

8. Литературный обзор соответствует теме исследования, однако автором не были достаточно тщательно проанализированы литературные источники за последние годы: из 86 источников лишь 15 опубликованы менее 10 лет назад, а 30 относятся к прошлому веку (7 из них ранее 1970 г.).

9. Имеется ряд неточностей:

- в табл. 3.8 (С. 67) и 3.12 (С. 70) повторяются данные;
- неверно обозначена ось абсцисс на рис. 3.12 (стр. 108): указана «температура прессования», следует исправить на «давление прессования»;
- в табл. 3.50 на С. 119 указано количество слоев в исследуемых образцах ПКМ. Неясно, каким образом количество слоев может быть четным, если их структура соответствует схеме, приведенной на рис. 3.15 (С. 118).

Однако высказанные замечания ни в коей мере не снижают ценности работы Сагомоновой Валерии Андреевны «Слоистые вибропоглощающие материалы на основе термоэластопластов и органических волокон и технология их изготовления», которая соответствует специальности 05.17.06 - Технология и переработка полимеров и композитов и представляет законченную научно-квалификационную работу. Автором проделан и систематизирован большой объем экспериментальных и теоретических исследований. Она выполнена на высоком научном уровне, изложена четким языком.

По актуальности, научной новизне и практической значимости полученных результатов диссертационная работа «Слоистые вибропоглощающие материалы на основе термоэластопластов и органических волокон и технология их изготовления» полностью соответствует требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, согласно пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24 сентября 2013 г., с изменениями по постановлению Правительства Российской Федерации №335 от 21 апреля 2016 г., а ее автор Сагомонова Валерия Андреевна заслуживает присуждения искомой ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.17.06 – Технология и переработка полимеров и композитов.

Официальный оппонент,
кандидат технических наук,
доцент кафедры «Технологии переработки
пластмасс» ФГБОУ ВО
«Российский химико-технологический университет
им. Д.И. Менделеева»

Ю.В. Олихова

Ю.В. Олихова
08.12.2021 г.

Адрес организации: 125047, г. Москва, Миусская площадь, д.9,
olikhova.i.v@muctr.ru, тел. +7(499)978-9796

Подпись Олиховой Ю.В. *заверяю*

уполном. секретарь



(Н.К. Каминский)