

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.243.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ НАУКИ ФЕДЕРАЛЬНОГО
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА ХИМИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ ИМ. Н.Н.
СЕМЕНОВА РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 13 июня 2024 года № 12

О присуждении Байкову Алексею Владимировичу ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Упругие параметры синтактовых композитов на основе полых стеклянных микросфер» по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения принята к защите 04 апреля 2024 года (протокол заседания № 8) диссертационным советом 24.1.243.01, созданным на базе Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 4, созданного по приказу Рособнадзора №105нк от 11 апреля 2012 г.

Соискатель Байков Алексей Владимирович, 17.05.1988 года рождения, в 2010 году окончил Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина», в 2018 году окончил очную аспирантуру Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук. Удостоверение о сдаче кандидатских экзаменов выдано в 2018 году Федеральным государственным бюджетным учреждением науки Институт химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук.

В период подготовки диссертации соискатель Байков Алексей Владимирович работал научным сотрудником, старшим научным сотрудником и заведующим лабораторией в филиале Акционерного общества «Научно- производственное объединение «Стеклопластик» Научно-производственном комплексе ТЕРМ, в лаборатории композиционных материалов низкой плотности и перспективных разработок.

Диссертация выполнена в Лаборатории композиционных материалов низкой плотности и перспективных разработок №11 «Научно- производственного комплекса ТЕРМ» филиала акционерного общества «Научно- производственное объединение Стеклопластик» и в лаборатории

армированных пластиков Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук (до 2019 года Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук).

Научный руководитель – Турусов Роберт Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории армированных пластиков Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра химической физики им. Н.Н. Семенова Российской академии наук.

Официальные оппоненты:

Кербер Михаил Леонидович – доктор химических наук, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева», кафедра «Химическая технология пластических масс», главный специалист;

Жаворонок Сергей Игоревич – кандидат физико-математических наук, Министерство науки и высшего образования Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт прикладной механики» Российской академии наук, отдел механики адаптивных композиционных материалов и систем, ведущий научный сотрудник;

Дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского» Российской академии наук, г. Москва в своем положительном отзыве, подписанном Поповым Александром Леонидовичем, доктором физико-математических наук, профессором, ведущим научным сотрудником лаборатории механики прочности и разрушения материалов и конструкций указала, что работа выполнена на высоком научном уровне, по своей актуальности, научной новизне, уровню выполнения, объему, научной и практической значимости полученных результатов диссертационная работа полностью отвечает требованиям п.п. 9-14 Положения о порядке присуждения ученых степеней, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, а ее автор Байков А.В. достоин присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

Соискатель имеет 7 опубликованных работы, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 7 работ.

В диссертационной работе отсутствует заимствованный материал без ссылки на автора и (или) источник заимствования, а также результаты научных работ, выполненных в соавторстве, без ссылок на соавторов. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах, в которых изложены основные научные результаты диссертации.

Наиболее значимые научные работы по теме диссертации:

1. Байков А.В., Турусов Р.А., Трофимов А.Н., Плешков Л.В. Численное моделирование упругого поведения синтактовых композитов на основе полых стеклянных микросфер при растяжении// Проблемы прочности и пластичности. – 2021, том 83, №1, с. 22-33.

2. A. V. Baikov, R. A. Korokhin and V. I. Solodilov. Fracture Toughness of Syntactic Composites// Polymer Science, Series D, 2021, Vol. 14, No. 2, pp. 237–240.

3. А.В. Байков, Р.А. Корохин, В.И. Солодилов, А.Я. Горенберг, В.Г. Иванова- Мумжиева, У.Г. Зверева, А.М. Куперман. Влияние фракционирования стеклянных микросфер на упруго- прочностные свойства синтактиков // Композиты и наноструктуры. – 2017, том 9, №1, с. 2-12.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

От ведущей организации - Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института проблем механики им. А.Ю. Ишлинского» Российской академии наук.

Отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

1. В рассмотрении объекта исследования глава 1 на стр.17 идет описание геометрических параметров полых стеклянных микросфер, но в то же время отсутствует ссылка на рис. 4, на котором они изображены.

2. Присутствуют опечатки, например, в главе 3 страницы 44 и главы 4 страницы 53 обозначение разных формул одним номером 9; на странице 70 ссылка в описании рисунка не соответствует номеру самого рисунка; на странице 90 вместо таблицы 15 указана таблица 12, и др.

3. В описании экспериментальной части по статическому растяжению стр.49 недостаточно широко описаны характеристики конечных образцов для проведения испытаний, диаметр, размеры и количество слоев защитной ленты.

4. На страницах 52, 53, 93 и 95, на зависимостях модуля упругости и коэффициента Пуассона от степени наполнения композита полыми стеклянными микросферами графически не изображены аппроксимирующие кривые полученные в виде функций.

От официального оппонента д.х.н. Кербера Михаила Леонидовича – отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

Работа выполнена по классической схеме, с некоторыми отступлениями. Литературный обзор не очень строг, ряд материалов разбросан по всему тексту; по недосмотру автора пара ссылок потерялась в тексте. Имеются замечания по оформлению рисунков. Основные результаты и выводы (стр.97) излишне растянуты.

От официального оппонента к.ф-м.н. Жаворонка Сергея Игоревича – отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

1. Описание постановки задач экспериментального исследования, приведённое в тексте главы 3 (п. 3.3) и главы 4 диссертации, излишне лаконично. Так, автором указаны габаритные размеры полуфабрикатов (с. 46), однако не приведено описание формы и размеры сечения полученных готовых образцов; кратко изложена лишь процедура их изготовления («каждый брусок с помощью алмазного круга на отрезном станке разрезался на 4 бруска меньшего сечения для последующей проточки на токарном станке», с. 46-47), рисунок 19 не предоставляет необходимой информации. Кроме того, в процессе испытания на растяжение фиксация образца осуществлялась с помощью захватов, конструкция которых не указана; образцы обёртывались бумажной лентой с клеевым слоем во избежание повреждения насечками захватов, но толщина ленты, количество слоёв и т. д. информация не приводится, не описывается и оценка возможной погрешности измерений за счёт податливости фиксации (деформация сдвига в клеевом слое, смещение образцов относительно захватов и т. п.).

2. При построении аппроксимации диаграмм «объёмная доля микросфер – модуль упругости» и «объёмная доля – коэффициент Пуассона» (с. 53 и 54) автором получены две функции вида $E = k(\alpha_E^1 + \alpha_E^2 k) + \alpha_E^0$ и $\nu = k(\alpha_\nu^1 + \alpha_\nu^2 k) + \alpha_\nu^0$ с коэффициентами α_i^j , однако способ вычисления приведённых в тексте работы числовых значений коэффициентов, доверительные интервалы и т. д. статистическая информация не приводится, описана только статистическая обработка результатов эксперимента и указаны доверительные интервалы и дисперсии для модуля Юнга и коэффициента Пуассона; не выполнено графическое наложение

экспериментальных зависимостей и предложенных автором их аппроксимаций (рис. 25 и 26).

3. Заключение автора о работоспособности формулы Липатова-Кановича для оценки модуля упругости по результатам испытания на резонанс представляется чрезмерно сильным; более обоснованным выглядит вывод о качественном соответствии оценок модуля упругости синтактного композита при статическом и динамическом испытаниях, заключающемся в близких зависимостях модуля от объёмной доли наполнителя (сравнение кривых рис. 25 и 35, соответствующих различным типам испытания, автором не приводится). Более обоснованная оценка модуля упругости по результатам динамических испытаний стержня, выполненного из неоднородного материала, требует и более точных моделей стержня по сравнению с моделью Бернулли (20-22), например, моделей Рэлея-Лява либо Бишопа, учитывающих дисперсию продольной волны и решения соответствующей задачи динамики стержня при возбуждении гармонических колебаний воздействием на торец образца.

4. Словесное описание постановки задачи (гл. 6, п. 6.1) представляется недостаточно строгим, при этом излишне громоздко изложена постановка задачи расчёта упругих параметров сферопластика на основе конечно-элементной модели; адекватность приведённой автором постановки следует лишь из анализа результатов решения, что затрудняет чтение диссертационной работы.

5. Автором не приведено описание конечно-элементной модели (тип и количество конечных элементов, число степеней свободы) и не приведены зависимости решения от параметров конечно-элементной сетки.

6. В ряде случаев не вполне аккуратно используется общепринятая терминология, например, вместо канонического термина «дисперсия волны» введён термин «дисперсия скорости звука» (с. 58), введено нестандартное обозначение коэффициента Пуассона σ (с. 58), тогда как ниже для той же величины вводится альтернативное обозначение μ (с. 79 и далее), тогда как той же литерой σ в соответствии с общепринятым стандартом обозначается напряжение (с. 87).

7. Имеются опечатки, например, на с. 9, на с. 53 (в формуле (10) для коэффициента Пуассона), на с. 57 (знак при волновом числе в формуле, определяющей гармоническую волну), на с. 84 (подрисуночная подпись к рис. 45), и др.

От Комлева Андрея Евгеньевича – кандидата технических наук, доцента кафедры электронных приборов и устройств Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета.

Отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

1. В основных результатах и выводах диссертации указано, что: «Данные динамического модуля, полученные по формуле Липатова-Кановича оказались меньше полученных методом статического растяжения и рассчитанных путем программного моделирования». При этом из текста автореферата не ясно, какой из использованных подходов более достоверен и действительно ли подтверждена применимость формулы Липатова-Кановича при определении динамического модуля упругости резонансным методом.

2. В основных результатах и выводах диссертации указано, что: «Значения коэффициента Пуассона, полученные методом статического растяжения хоть и больше теоретически рассчитанных, но в целом не плохо коррелируются с ними». Использование вместо числовых значений таких сравнительных характеристик, как: не плохо, больше и т.п., затрудняют оценку полученных автором результатов.

3. Также хотелось отметить некоторые недостатки в оформлении текста автореферата, а именно: на рисунках 14-18 подписи к осям практически не читаемы; начиная с 18 страницы отсутствует сквозная нумерация формул; при расчете коэффициента Пуассона рассчитанные величины деформации приведены с точностью до 9 знака, а сам коэффициент с точностью до третьего.

От Серого Петра Валерьевича – кандидата технических наук, начальника лаборатории 111 «Сферопластиков и вибропоглощающих материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт»- Центрального научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей».

Отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

1. На с. 7 в приближенной формуле (1) расчета толщины стенки микросферы по ее плотности и радиусу в знаменателе пропущен постоянный коэффициент 3.

2. Так же следует отметить наличие опечаток: на стр.8 в подписи рисунка 6 –г наполнение композита полыми стеклянными микросферами-70%, как следует из описания в тексте, вместо указанных 50%; на стр.9 в описании испытательной машины приведена ссылка на рис.5.

3. На стр.9 не достаточно подробно описаны конечные геометрические характеристики экспериментальных образцов, которые закладываются как исходные данные в испытательную машину.

4. На стр. 13 в описании представленной формулы не идентифицирована переменная ρ , судя по всему речь идет о плотности материала.

5. На с. 15 в пояснениях формулы (5) написано «скорость ...ультразвуковой волны». В таблице 2 приведены резонансные частоты от 3800 до 4500 Гц, что соответствует обычному звуковому диапазону.

6. Измерения при статическом растяжении и резонансным методом показали взаимно противоположный характер изменения модуля Юнга от объемной доли микросфер – в первом случае увеличение, во втором уменьшение явно за пределами погрешности. Оба метода вполне традиционны и, как правило, дают согласованные результаты по характеру изменения модуля. Желательно понять причину явного расхождения без привлечения предположений.

От Плотникова Андрея Дмитриевича – кандидата технических наук, главного эксперта материаловеда Публичного акционерного общества «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им.С.П.Королева

Отзыв положительный, содержит следующие критические замечания:

1) На стр. 7 в формуле расчета толщины стенки (1) в знаменателе не хватает коэффициента 3.

2) В автореферате описана, но не разнесена глава литературного обзора.

3) В тексте автореферата присутствуют опечатки: на стр.6 подрисуночные надписи рис. 2 и 3; на стр.8 подрисуночная подпись рис. 6 и др.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается:

Кербер Михаил Леонидович является известным высококвалифицированным специалистом в области исследования физико-механических свойств полимеров и композиционных материалов, один из авторов монографии: Кербер М.Л., Горбаткина Ю.А., Куперман А.Н., и др. «Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология» под редакцией А.А. Берлина, переизданной 5 раз.

Жаворонок Сергей Игоревич – кандидат физико-математических наук, высококвалифицированный специалист в области механики деформируемого твердого тела

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт проблем механики им. А.Ю. Ишлинского» Российской академии наук. Институт выполняет фундаментальные исследования по широкому спектру проблем механики и смежных дисциплин, является ведущим институтом в различных областях общей механики, механики жидкости и газа, механики деформируемого твердого тела.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований

разработан метод оценки и прогнозирования упругих характеристик синтактовых композитов на основе полых стеклянных микросфер при растяжении;

предложена модель и впервые исследованы упругие характеристики при растяжении синтактового композита с использованием универсальной программной системы 3-D моделирования;

установлена зависимость упругих характеристик синтактового материала от относительной толщины стенки полых стеклянных микросфер.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что

определены основные факторы, влияющие на упругие характеристики синтактового композита при растяжении - это относительная толщина стенки полых стеклянных микросфер и их объемное содержание в композите;

определены зависимости модуля упругости и коэффициента Пуассона синтактового композита от степени его наполнения полыми стеклянными микросферами.

проведен комплекс исследований упругих характеристик синтактовых композитов на основе полых стеклянных микросфер.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что

Показана возможность использования универсальной программной системы 3D моделирования для предварительной оценки упругих характеристик синтактовых композитов с различным содержанием полых стеклянных микросфер;

Обнаружено различие в величинах модулей упругости синтактика, измеренных акустическим (резонансным) методом и методом статического растяжения. Показано, что значения динамического модуля синтактового

композита, рассчитанные по классической формуле, не согласуются с экспериментальными данными при растяжении. Данные динамического модуля, рассчитанные по формуле Липатова-Кановича, оказались меньше полученных методом статического растяжения и рассчитанных путем программного моделирования.

Полученные результаты были переданы в ПАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П.Королева, и использовались конструкторами при проектировании теплозащиты нового поколения, возвращаемого аппарата «Орел», а также в АО «АКВАМАРИН», где были использованы при разработке элементов конструкций морской техники, что подтверждается справками о внедрении.

Оценка достоверности результатов исследования показала, что результаты получены с использованием современных методов исследования (физико-механические испытания и компьютерное моделирование) и поверенных средств измерений. Проведенное сравнение показало удовлетворительное согласие полученных экспериментальных данных с результатами численных расчетов. Полученные в работе данные подтверждены рецензированием содержащих основные результаты диссертации научных статей, опубликованных в отечественных научных изданиях.

Личный вклад соискателя состоит в участии во всех этапах выполнения работы, формулировке научной задачи, разработке экспериментальных и теоретических методов ее решения, в анализе полученных результатов и формулировке выводов. Лично автором были изготовлены экспериментальные образцы для определения упругих параметров синтактовых композитов при статическом растяжении и методом частотного резонанса, проведены все испытания, а также произведены все теоретические расчеты с помощью программного комплекса 3D моделирования.

Автореферат и публикации полностью отражают основное содержание диссертационной работы.

В ходе защиты диссертации были высказаны следующие критические замечания: д.ф.м.н. Малкиным А.Я и д.ф.м.н. Горшковым А.В. о неправомерности представления некоторых данных числами с шестью значащими цифрами при погрешности измерений 10% и отсутствии доверительных интервалов на некоторых графиках.

Соискатель Байков А,В, ответил на задаваемые ему в ходе заседания вопросы и согласился с высказанными замечаниями.

На заседании «13» июня 2024 года диссертационный совет принял решение за решение научной задачи по разработке теоретической модели с использованием программных систем 3D моделирования для предварительной оценки упругих характеристик синтактовых композитов с различной степенью наполнения и различной относительной толщиной стенки полых стеклянных микросфер, подтвержденной экспериментальными результатами, имеющей большое значение для развития отрасли полимерных композиционных материалов, присудить Байкову Алексею Владимировичу ученую степень кандидата технических наук по специальности 1.4.7 – Высокомолекулярные соединения.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 3 доктора технических наук, участвовавших в заседании, из 21 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 15 человек, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета

Ученый секретарь

диссертационного совета

Берлин Александр Александрович

Ладыгина Татьяна Александровна

Дата оформления заключения: «17» июня 2024 г.

