

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 31.1.002.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ «ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ АВИАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ»
НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ЦЕНТРА
«КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ (НИЦ «КУРЧАТОВСКИЙ ИНСТИТУТ» -
ВИАМ), РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ, ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от «25» октября 2024 г. № 8

О присуждении Мосиюк Виктории Николаевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Теплостойкое эпоксибисмалеимидное связующее с повышенной трещиностойкостью для изготовления полимерных композиционных материалов по безавтоклавным технологиям формования» по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» принята к защите «22» августа 2024 г. (протокол заседания № 5) диссертационным советом 31.1.002.01, созданным на базе федерального государственного унитарного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт», Российская Федерация, 105005, г. Москва, ул. Радио, д. 17, приказ Минобрнауки России от 24.10.2022 г. № 1363/нк «О выдаче разрешения на создание совета по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук на базе федерального государственного предприятия «Всероссийский научно-исследовательский институт авиационных материалов» Национального исследовательского центра «Курчатовский институт».

Соискатель Мосиюк Виктория Николаевна, 31 мая 1983 года рождения, в 2007 г. окончила Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Обнинский государственный технический университет атомной энергетики» по специальности «Материаловедение и технология новых материалов».

Справка № 108 о сдаче кандидатских экзаменов выдана федеральным государственным бюджетным образовательным учреждением высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)» 06 сентября 2022 г.

Мосиюк Виктория Николаевна работает в должности начальника научно-исследовательского сектора разработки и испытаний электроизоляционных полимерных материалов, связующих и клеев научно-исследовательской лаборатории разработки и испытаний электроизоляционных и теплоизоляционных материалов (лаборатория 53) акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г.Ромашина».

Диссертация выполнена в лаборатории № 53 «Научно-исследовательская лаборатория разработки и испытаний электроизоляционных и теплоизоляционных материалов» акционерного общества «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А.Г.Ромашина».

Научный руководитель – доктор технических наук, профессор, Бухаров Сергей Викторович, профессор кафедры «Технологии композиционных материалов, конструкций и микросистем» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)».

Официальные оппоненты:

- Цобкалло Екатерина Сергеевна, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерного материаловедения и метрологии

федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна»;

- Олихова Юлия Викторовна, кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева»,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация - акционерное общество «НПО Стеклопластик имени Н.Н. Трофимова» в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, ученым секретарем Деминой Натальей Михайловной и утвержденном генеральным директором, доктором технических наук Трофимовым Александром Николаевичем, указала, что в работе Мосиук Виктории Николаевны решена важная актуальная и перспективная задача современного материаловедения: создание теплостойкого расплавного связующего, позволяющего изготавливать высококачественные (низкопористые) ПКМ по различным безавтоклавным методам формования.

По научному уровню, полученным результатам и оформлению диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, а ее автор, Мосиук Виктория Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. - «Материаловедение».

Соискатель имеет 11 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 7 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 4 работы и 2 патента РФ.

В опубликованных работах содержатся основные научные и практические результаты, изложенные в диссертационной работе соискателя. Все работы выполнены в соавторстве, личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии в постановке задач, проведении экспериментальных исследований, сборе и интерпретации данных, разработке научно-технической документации.

В ходе выполнения диссертационной работы получены два патента на изобретение:

- Состав эпоксибисмалеимидной смолы и способ ее получения: пат. 2587169 РФ // Долматов С.А., Мосиук В.Н., Сидоренко М.А., О.В. Томчани, С.В. Ворвуль; заявл. 15.12.2014; опубл. 20.06.2016;

- Способ изготовления композитной формообразующей оснастки для формования изделий из полимерных композиционных материалов: пат. 2720312 РФ // Баранов А.А., Мосиук В.Н., Мурашкин Ю.Г., Крюков А.М., Волков В.С.; заявл. 10.07.2019; опубл. 28.04.2020.

Наиболее значительные работы, опубликованные по материалам диссертации:

1. Мосиук В.Н., Иванова С.М., Бойко Л.И., Бухаров С.В. Исследования по подтверждению образования взаимопроникающих сеток в эпоксибисмалеимидном связующем ТЭИС-53 // Авиационные материалы и технологии. 2023. № 2 (71). С. 77-84. DOI: 10.18577/2713 -0193-2023-0-2-77-84;

2. Мухаметов Р.Р., Мосиук В.Н., Шошева А.Л., Бухаров С.В. Эпоксибисмалеимидные композиции: особенности и преимущества // Труды ВИАМ. 2023. № 8 (126) С. 64-73. DOI: 10.18577/2307-6046-2023-0-8-64-73;

3. Мосиук В.Н., Томчани О.В. Оценка свойств стеклопластиков на основе эпоксибисмалеимидного связующего, полученных по различным неавтоклавным технологиям формования // Авиационные материалы и технологии. 2019. № 2 (55). С. 47-52. DOI: 10.18577/2071-9140-2019-0-47-52;

4. Мосиюк В.Н., Ворвуль С.В., Томчани О.В. Дифференциальное вакуумное формование как усовершенствованная технология вакуумного формования // Авиационные материалы и технологии. 2017. № 4. С. 37-41. DOI: 10.18577/2071-9140-2017-0-4-37-41.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

1. Отзыв на диссертация ведущей организации – акционерное общество «НПО Стеклопластик имени Н.Н. Трофимова» в своем положительном отзыве, подписанном доктором технических наук, ученым секретарем Деминой Натальей Михайловной и утвержденном генеральным директором, доктором технических наук Трофимовым Александром Николаевичем. Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- в главе 2 «Объекты и методы исследования» для определения теплостойкости методом термомеханического анализа не указана атмосфера испытаний;

- в разделе 2.2 приведены некорректные данные по армирующей стеклянной конструкционной ткани Т-10-14 в части диаметра волокна;

- автором приводятся данные о значении критического коэффициента высвобождения упругой энергии G_{IC} для ПКМ, полученным по технологии вакуумного формования, и не приводятся эти значения для ПКМ, полученным по технологиям дифференциального вакуумного формования и пропитки под давлением;

- в работе не приведены сведения о сроках хранения связующего и препрега.

2. Отзыв на диссертацию официального оппонента - Цобкалло Екатерины Сергеевны, доктора технических наук, профессора, заведующей кафедрой инженерного материаловедения и метрологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна». Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- из замечаний по обзору литературы следует отметить достаточно короткий список цитируемой литературы (62 наименования), отсутствие ссылок на некоторые важные свежие источники информации по теме диссертации;

- можно отметить некоторую некорректность в представлении значений характеристических температур полимерных материалов, которая не является строго определенной величиной. А занимает некоторый интервал значений (например, табл. 10. 24 текст диссертации);

- известно, что ВПС представляет собой сложную систему, состоящую из трехмерных сетчатых полимеров, химически не связанных, но неразделимых из-за механического переплетения цепей. В связи с отнесением структуры полученного эпоксибисмалеимидного связующего к ВПС возникает вопрос, в какой степени каждая из двух полимерных сеток определяет механические и тепловые свойства полученного связующего? Можно ли оценить вклад каждого из компонентов?

- при представлении и анализе экспериментальных данных (в таблицах и на графиках) автор не везде корректно представляет экспериментальные значения, не указывая доверительные интервалы полученных величин (табл. 24, текст диссертации);

- что автор может сказать о механизмах, определяющих адсорбцию, а затем и адгезионное взаимодействие на границе раздела полимер-наполнители, в данной работе стекловолокно-связующее? Это физическое или химическое взаимодействие?

- способность связующего смачивать поверхность стекловолокна оценивалась по значениям равновесных краевых углов смачиваемости;

- в качестве доказательства адгезионного взаимодействия на границе стекловолокно-связующее используется показатель смачиваемости, что несомненно может являться косвенным доказательством. Однако прямых

измерений адгезионной прочности между стекловолокном и матрицей в работе не представлено;

- для надежного подтверждения выводов о структурных, химических изменениях в материалах автору следовало провести количественные оценки изменения характерных полос ИК спектров, а не ограничиваться только их качественным представлением;

- автор указывает, что исследование препрега методом ДМА по предполагаемому температурно-временному режиму формования состоит из двух стадий температурной выдержки. Результаты исследований, представленные на рисунках 42-44, включают три стадии нагрева;

- в формулу (стр. 103. Текст диссертации) для определения величины критического коэффициента высвобождения упругой энергии G_{IC} для стеклопластиков, полученных по технологии вакуумного формования, входит величина модуля упругости E . Поясните, как определялась эта величина.

Высказанные замечания и поставленные вопросы не имеют принципиального значения и не перечеркивают положительной оценки диссертации Мосиук В.Н.

3. Отзыв на диссертацию официального оппонента - Олиховой Юлии Викторовны, кандидата технических наук, доцента, доцента кафедры технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», отзыв заверен проректором по молодежной политике, воспитательной и социальной работе ФБГОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева», доктором химических наук, профессором Филатовым Сергеем Николаевичем. Отзыв положительный.

Имеются замечания:

- в главе 2 «Объекты и методы исследования» отсутствуют свойства ГМБМИ, температурный режим и способ приготовления связующего ТЭИС-53. Не приведены марки приборов (ТМА-, ДСК-анализаторов,

вискоанализатора и других), что является общепринятой практикой; не для всех методик указаны режимы испытаний. Это затрудняет понимание того, насколько корректны результаты исследований и, в частности, определение вязкости препрегов на вискоанализаторе в режиме сдвига. Как правило, приборы (реометры), способные работать в осцилляционном режиме и определять комплексную вязкость, модули упругости и потерь образцов, предназначены для изучения вязких и вязкоупругих свойств жидкостей и умеренно наполненных систем с дисперсными наполнителями, но не волокнистых композитов. Артефакты, наблюдаемые на рис. 42-46 (стр. 78—83), при временах, меньших времени гелеобразования, по-видимому, связаны с влиянием стеклоткани (шероховатостью и проскальзыванием образца);

- в работе отсутствует информация о том, как рассчитывалось содержание отвердителя в связующих (табл. 9, стр. 51-52). При сопоставлении свойств связующих ТЭИС-53 и ТЭИС-54, различающихся содержанием отвердителя (33,1 и 55,1 масс. ч. соответственно) неясно, чем обусловлен выбор количества вводимого отвердителя, а также, чем объясняется более высокая теплостойкость связующего, содержащего меньшее количество ДДС (табл. 10, стр. 54);

- в главе 3.1.3 автор приводит данные ИК-Фурье-спектроскопии в поддержку гипотезы об образовании взаимопроникающих сеток в связующем ТЭИС-53, предполагая при этом гомоконденсацию ГМБМИ (стр. 64). При этом не учитывается, что, во-первых, реакция сополимеризации бисмалеимидов с диаминами известна из литературы. С учетом этой реакции, в процессе отверждения разработанного связующего возможно образование общей пространственно-сшитой сетки за счет реакций отвердителя как с эпоксидными смолами, так и с ГМБМИ. Для исключения этой возможности следовало дополнительно снять и проанализировать ИК-спектр смеси ГМБМИ с ДДС при температурах, рекомендованных автором для отверждения разработанного связующего. Во-вторых, в табл. 9 (стр. 51) указано, что для отверждения смеси смол ЭХД и ЭПАФ, взятых в

соотношении 70:30 масс. ч. требуется 41 масс. ч. ДДС (связующее ТЭИС-4-2). Следовательно, в связующем ТЭИС-54, в котором эти смолы содержатся в том же соотношении (стр. 52), имеется избыток отвердителя (~10,1 масс. ч.). Вместе с тем, в табл. 10 (стр. 54) показано значительное увеличение теплового эффекта при отверждении связующего ТЭИС-54, что может быть обусловлено, в том числе, и реакцией сополимеризации ГМБМИ с ДДС, находящемся в избытке;

- в табл. 20 (стр. 89) приведены свойства образцов ПКМ, полученных методом дифференциального вакуумного формования по семи режимам (в которых варьируется четыре показателя из восьми) и с использованием двух схем выкладки пакетов. На основании представленных данных автор делает вывод об оптимальности режима № 3, по которому был получен всего один из восемнадцати исследованных образцов, который был изготовлен только по схеме выкладки 1. Насколько обоснован подобный вывод, если содержание связующего в восьми исследованных образцах, полученных по схеме выкладки 1, варьируется от 31,2 до 43,5 масс. % и не коррелируется ни с оттоком связующего (в масс. %), ни с содержанием пор в ПКМ;

- на стр. 92 приведено уравнение (3), отражающее зависимость объемного содержания волокон ткани Т-10-14 от давления уплотнения, однако в табл. 22 (стр. 93), где приведены значения параметров, входящих в это уравнение, имеются ошибки: значение $\varphi_v(0)$ должно быть равно не 0,37, а 37 (вернее, 36,8, как в табл. 21 на стр. 92), а константа c должна иметь размерность не МПа-н, а (кгс/см²)-н. При этих условиях зависимость, приведенная на рис. 51 (стр. 93) линеаризуется и будет отражать данные таблицы 21;

- в табл. 21, 24 и 25, на рис. 53-56 отсутствуют доверительные интервалы;

- с использованием препрега на основе разработанного эпоксибисмалеимидного связующего была изготовлена формующая оснастка для изделий из стекло- и углепластиков, представляющая собой сложную по форме, многослойную систему, состоящую из трех слоев композитов с

различной структурой и теплофизическими свойствами (препрег на основе ТЭИС-53, сотовая панель ССП-1-8Э, препрег на основе ЭНБФ), склеенных клеевой пленкой ВК-36. На стр. 105 В.Н. Мосиук указывает на то, что применение оснастки «позволяет увеличить ресурс оснастки, ее герметичность, уменьшить потребности в периодическом ремонте формообразующей поверхности». Однако никаких исследований, способных подтвердить герметичность оснастки и повышение ресурса ее эксплуатации, автор не приводит. В работе также отсутствуют исследования, направленные на изучение совместной работы различных слоев оснастки при ее изготовлении и в условиях действия напряжений, возникающих при производстве изделий (например, межслоевой прочности и трещиностойкости, внутренних напряжений и иных свойств).

Указанные замечания не уменьшают значимости работы и не снижают положительную оценку диссертации в целом.

4. Акционерное общество «Научно-исследовательский институт химии и технологии полимеров имени академика В. А. Каргина с опытным заводом», подписан заместителем генерального директора по научным исследованиям и разработкам АО «НИИ полимеров», кандидатом химических наук Корниенко Павлом Владимировичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- при проведении работы были исследованы возможности получения стеклопластиков по технологиям вакуумного, дифференциального вакуумного формования и пропитки под давлением. В то же время одной из широко используемых технологий безавтоклавного формования является вакуумная инфузия, не требующая в отличие от пропитки под давлением сложного оборудования. Вызывает интерес возможность получения стеклопластиков на основе разработанного связующего по технологии вакуумной инфузии.

5. Национальный исследовательский центр «Курчатовский институт» - «Центральный научно-исследовательский институт конструкционных

материалов «Прометей», подписан кандидатом технических наук по специальности 05.16.09 – Материаловедение (машиностроение), начальником лаборатории 114 НПК-11 Центрального научно-исследовательского института конструкционных материалов «Прометей» имени И.В. Горынина Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» Саргсяном Артемом Самвеловичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в автореферате не приведены результаты по оценке смачиваемости разработанным связующим волокон стеклянной конструкционной ткани Т-10-14;

- отсутствуют данные по характеристикам разработанных материалов при отрицательных температурах;

- не приводится информация о климатических испытаниях разработанных материалов.

6. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Института машиноведения им. А.А.Благонравова» Российской академии наук, подписан главным научным сотрудником, доктором физико-математических наук Думанским Александром Митрофановичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в автореферате большое внимание уделяется трещиностойкости связующего при температуре помещения, но не приводятся данные по изменению критического коэффициента напряжений при максимальной рабочей (до 200 °С) температуре.

7. Обнинский институт атомной энергетики, филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», подписан доктором физико-математических наук по специальности 01.04.01 – приборы и методы экспериментальной физики, начальником и профессором отделения лазерных и плазменных технологий Степановым Владимиром Александровичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- отсутствие результатов электрофизических испытаний связующего, а также определение краевого угла смачивания, заявленных в главе «Объекты и методы исследования». В практической значимости описывается изготовление формующей оснастки из разработанных стеклопластиков по технологии вакуумного формования, но не приведены данные о возможности изготовления подобной оснастки по другим рассматриваемым технологиям: дифференциальному вакуумному и пропитке под давлением.

8. Акционерное общество «Институт пластмасс имени Г.С. Петрова», подписан кандидатом химических наук, директором Научно-исследовательского института Акционерного общества «Институт пластмасс имени Г.С. Петрова» Прудсковой Татьяной Николаевной. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в тексте автореферата многократно фигурирует название «парааминофенол», которое используется в различных источниках, но не является корректным;

- также присутствуют некоторые недочеты по тексту. Например, на стр. 4: «Использование безавтоклавных технологий формования позволяет не ограничивать габариты изделий габаритами размерами автоклава», стр. 10: «Значительное увеличение вязкости за относительно короткое накладывает...».

9. Публичное акционерное общество «Объединенная авиастроительная корпорация» Опытно-конструкторское бюро Сухого, подписан ведущим технологом 3 кл. НИО-21, заместителем ученого секретаря Научно-технического совета, кандидатом технических наук Насоновым Федором Андреевичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- из автореферата в явном виде не понятно, чем обусловлен выбор в качестве объектов исследований конкретных видов наполнителей, именно

стеклянных. Планируется ли дальнейшая работа по созданию материалов на этих композициях на основе углеродных и/или гибридных наполнителях?

- при упоминании показателей трещиностойкости следует дополнять термин связующее признаком «отвержденное».

10. Государственный научный центр Российской Федерации АО «Государственный научно-исследовательский институт химии и технологии элементоорганических соединений», лаборатория № 25, отзыв подписан ведущим научным сотрудником, кандидатом технических наук Алексеевой Еленой Ильиничной. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в работе автор не поясняет выбор в качестве наполнителя стеклянной конструкционной ткани Т-10-14. Связано ли это с особенностями смачиваемости и адгезионным взаимодействием наполнителя и связующего?

- в таблице 3 значение критического коэффициента интенсивности напряжений приводится без отклонений. По скольким образцам были проведены исследования?

- для приведенных значений прочности при изгибе и сжатии изготовленных стеклопластиков не указано количество исследованных образцов.

11. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», подписан заведующим кафедрой СМ-13 «Ракетно-космические композитные конструкции», доктором технических наук, профессором Резником Сергеем Васильевичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в какой мере автор использовал современные методы и средства расчетно-теоретического обоснования выбора состава связующего и технологических режимов получения образцов ПКМ;

- каким образом определялась пористость образцов ПКМ;

- стр. 4. Несогласованный текст «К основным требованиям современной оснастки в технологиях переработки композитов является простота ее изготовления, низкая материалоемкость, ...»;

- стр. 10. Пропущено слово «время» в тексте: «...Значительное увеличение вязкости за относительно короткое накладывает...»;

- стр. 16. Несогласованный текст: «Фотографии микроструктуры поверхности отвержденного связующего (рисунок 5), полученного (полученные?) с помощью сканирующего...»

12. Акционерное общество «Композит», подписан начальником отдела разработки и изготовления деталей из полимерных композиционных материалов АО «Композит», кандидатом технических наук Михайловским Константином Валерьевичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- из изучения автореферата неясно, чем вызвано снижение физико-механических характеристик стеклопластика при температурах 180 °С, 200 °С;

- в автореферате не в полной мере отражено сравнение с отечественными полимерными композиционными материалами для безавтоклавных технологий формования.

13. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ» подписан руководителем направления «Технология производства изделий из композиционных материалов» ФГБОУ ВО «КНИТУ им. А.Н. Туполева – КАИ», кандидатом технических наук, доцентом кафедры производства летательных аппаратов Батраковым Владимиром Владимировичем. Отзыв на автореферат.

Имеются замечания:

- в таблице 1 соискателем приведены 6 составов перспективных композиций, в то время, как на рисунке 1 приведены изотермические

зависимости динамической вязкости для 5 составов (отсутствуют результаты для состава ТЭИС-54);

- в тексте автореферата указано, что исследования динамической вязкости связующего проводили при температурах 90, 100 и 110 °С, однако на рисунке 1 приведены значения при температурах 80, 90 и 100 °С;

- не указано наименование таблицы 3;

- проверялись ли исследуемые составы, отвержденные по разработанным режимам, на отсутствие остаточного тепловыделения после отверждения.

Все отзывы положительные. В отзывах отмечено, что диссертация является завершенной научно-квалификационной работой, выполненной на высоком научном уровне, решающей важную материаловедческую задачу по разработке высокотемпературного связующего и ПКМ на его основе и соответствует требованиям «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата наук, а ее автор Мосиук Виктория Николаевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. - «Материаловедение».

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается следующим:

- доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерного материаловедения и метрологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна» Цобкалло Екатерина Сергеевна, автор более 90 научных трудов, является одним из ведущих ученых в области материаловедения полимерных материалов. Под непосредственным руководством Цобкалло Е.С. и при ее участии выполнен большой комплекс научно-исследовательских работ по разработке и изучению полимерных композиционных материалов;

- кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры технологии переработки пластмасс федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева» Олихова Юлия Викторовна, автор более 78 научных трудов, является одним из ведущих ученых России в области современных физико-химических методов исследования полимеров, процессов переработки пластмасс. Под руководством Олиховой Ю.В. проводятся исследования по изучению межфазного взаимодействия, работы в области создания модифицированных связующих для полимерных композиционных материалов с улучшенными эксплуатационными характеристиками;

- акционерное общество «НПО Стеклопластик имени Н.Н. Трофимова» является ведущим предприятием в России в области специальных стекловолоконных материалов и композитов на их основе. Заключение по диссертационной работе обсуждено и подготовлено учеными, непосредственно занимающимися вопросами исследования и создания материалами, находящими применение в теплоэнергетической, электронной, радиотехнической, автомобильной отраслях промышленности.

Список основных публикаций сотрудников ведущей организации за последние 5 лет:

1. Трофимов А.Н., Симонов-Емельянов И.Д., Шалгунов С.И., Соколов В.И. и др. Характеристики полых стеклянных микросфер и проектирование легких полимерных композиционных материалов различного состава и дисперсной структуры // Известия национальной академии наук Белоруссии. Серия химических наук *Vesci Nacâynal'naj acadèmiì navuk Belarusi. Seryâ hìmiçnyh navuk*, 2023, т. 59, № 1. С.56-66.

2. Трофимов Д.А., Шалгунов С.И., Симонов-Емельянов И.Д. Исследование физико-механических характеристик модифицированных эпоксидных матриц и армированных пластиков с использованием

современных вычислительных комплексов для расчетов // Пластические массы. 2023 №1-2. С. 35-39.

3. Шалгунов С.И., Трофимов Д.А., Симонов-Емельянов И.Д., Соколов В.И. Алгоритм расчета эффективных упругих характеристик анизотропных структур армированных пластиков с использованием программных комплексов САЕ // Конструкции из композиционных материалов. 2023. № 4 (172). С. 22-27.

4. Трофимов Д.А., Бресская А.Д., Шалгунов С.И., Симонов-Емельянов И.Д. Кинетика усадки при отверждении и оптимизация состава эпоксидных олигомеров с активными разбавителями // Пластические массы. 2022. № 1-2. С. 16-19.

5. Шалгунов С.И., Трофимов Д.А., Симонов-Емельянов И.Д. Модель и анализ построения свободного пространства в армирующем материале и оптимизация технологии получения конструкционных изделий из полимерных композитов // Конструкции из композиционных материалов. 2022. № 3 (167). С. 18-24.

6. Шалгунов С.И., Трофимов Д.А., Бресская А.Д., Симонов-Емельянов И.Д. Кинетика нарастания и уровень остаточных напряжений при отверждении эпоксидных олигомеров с активными разбавителями // Пластические массы. 2022 №3-4. С. 34-37.

7. Демина Н.М., Разумеев К.Э. разработки в области химической обработки стеклянных волокон современная тенденция развития армирующих материалов для отечественных стеклопластиков // Химические волокна. 2022. № 4. С. 37-43.

8. Trofimov D.A., Shalgunov S.I., Simonov-Emel'yanov I.D. Desorption of inactive solvent from epoxy compounds // Polymer Science, Series D. 2021. T. 14. № 2. С. 197-204.

9. Shalgunov S.I., Nagornaya Y.A., Trofimov D.A., Simonov-Emel'yanov I.D., Sokolov V.I. Rheological characteristics of epoxy oligomers with

laproxide and laprolate reactive diluents // Polymer Science, Series D. 2021. Т. 14. № 1. С. 21-28.

10. Shalgunov S.I., Simonov-Emel'yanov I.D., Apeximov N.V. Generalized parameters of the structure of reinforced plastics and their classification and properties // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. 2021. Т. 55 № 4. С. 725-736.

11. Бресская А.Д., Трофимов Д.А., Шалгунов С.И. и др. Исследование поверхностного натяжения и углов смачивания для создания эффективных полимерных связующих на основе эпоксидных олигомеров с активными разбавителями // Тонкие технические технологии. 2020. Т. 15. № 3. С. 47-57.

12. Косолапов А.Ф., Беляева Е.А., Шацкая В.А. и др. Разработка полимерной композиции для ремонта газонефтепроводов методом бандажирования // Клеи. Герметики. Технологии. 2020. № 3. С. 9-15.

13. Демина Н.М. Инновационные волокна – «усилители прочности» для полимерных композитов // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Серия: Естественные и точные науки. 2019. Т. 13. № 3. С. 42-27.

14. Трофимов А.Н., Трофимов Н.Н., Канович М.З. Техническая механика композитов // ООО «Издательство «Триада». г. Тверь. 2019 – 596 с.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

- разработано теплостойкое эпоксибисмалеимидное связующее с повышенной трещиностойкостью, позволяющее получать высококачественные низкопористые полимерные композиционные материалы по безавтоклавным технологиям формования;

- предложена гипотеза, что в разработанном связующем образуется система взаимопроникающих сеток за счет взаимодействия эпоксидных смол с аминным отвердителем и гомополимеризации гексаметиленбисмалеимида, реализация которой позволила добиться высокой трещиностойкости материала;

- установлено, что максимальной теплостойкости связующего удастся добиться при снижении количества отвердителя на 15-30 % от стехиометрически рассчитанного;

- экспериментально установлены и обоснованы проведенными испытаниями реологических характеристик связующего режимы безавтоклавного формования полимерных композиционных материалов на основе разработанного связующего и стеклянной конструкционной ткани Т-10-14 позволяющие получать стеклопластики с высоким уровнем физико-механических характеристик;

- показано, что изготовленные стеклопластики сохраняют свои прочностные характеристики при заявленной рабочей температуре (200 °С) на уровне не ниже 75 %;

- подтверждена возможность применения, изготовленного на основе разработанного связующего стеклопластика, в качестве формообразующей поверхности оснастки сложной геометрии.

Теоретическая значимость работы заключается в том, что полученные в диссертационной работе закономерности влияния количества отвердителя на теплостойкость разрабатываемого связующего, закономерности влияния температурно-временных режимов отверждения на пористость изготовленных материалов, а также определенные в работе методы повышения трещиностойкости, могут быть использованы при дальнейших разработках высокотемпературных полимерных композиционных материалов с высоким уровнем физико-механических свойств для изделий различного назначения.

Значение полученных соискателем результатов исследований для практики подтверждается тем, что:

- разработано теплостойкое расплавное эпоксибисмалеимидное связующее с рабочей температурой до 200 °С и требуемым сочетанием механических и диэлектрических свойств (ТИ 596.25000.1478 Связующее ТЭИС-53. Технологическая инструкция. Изготовление, ТУ 1-596-512-2013

Связующее эпоксиимидное ТЭИС-53, патент на изобретение № 2587169 «Состав эпоксибисмалеимидной смолы и способ ее получения»);

- изготовлены ПКМ на основе разработанного связующего и стекловолоконистого тканого наполнителя по безавтоклавным технологиям формования;

- разработаны режимы безавтоклавного формования ПКМ на основе эпоксибисмалеимидного связующего: вакуумное формование (ТИ 596.25000.1499 Образцы стеклопластика на основе связующего ТЭИС-53. Технологическая инструкция. Изготовление), дифференциальное вакуумное формование (ТИ 596.25000.1519 Образцы стеклопластика. Технологическая инструкция. Изготовление методом дифференциального вакуумного формования), пропитка под давлением (ТИ 596.25000.1554 ТИ 596.25000.1554 Образцы стеклопластика. Технологическая инструкция. Изготовление методом пропитки под давлением), обеспечивающие получение стеклопластиков с пористостью не выше 0,5 % об;

- изучены структура и физико-механические свойства эпоксибисмалеимидных стеклопластиков, экспериментально апробировано их применение в качестве конструкционного материала оснастки для формовании изделия конструкции радиопрозрачного укрытия мобильной радиолокационной станции (патент на изобретение № 2720312 «Способ изготовления композитной формообразующей оснастки для формования изделий из полимерных композиционных материалов»).

Оценка достоверности результатов выявила:

- для экспериментальных работ достоверность полученных результатов обеспечена применением аттестованного оборудования и современных стандартизованных методик испытаний физико-механических, электрических и технологических характеристик материалов, а также объемом проведенных экспериментов и испытаний;

- теория согласуется с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации;

- идея базируется на проработке научно-исследовательской и патентной литературы;

- использованы современные методы исследований, применяемые в мировой практике при разработке связующих и полимерных композиционных материалов.

Личный вклад автора состоит в участии во всех этапах выполнения работы, непосредственном участии в анализе и обобщении данных в области полимерных связующих и композиционных материалов, формулировании цели и задач работы, постановке экспериментов, направленных на решение поставленных задач. Мосиук В.Н. непосредственно участвовала в разработке связующего и исследовании комплекса его свойств, а также в изготовлении стеклопластиков на его основе. Автор исследовала комплекс физико-механических характеристик разработанных материалов, участвовала в подготовке публикаций по результатам работы.

В ходе защиты диссертации были заданы вопросы и высказаны критические замечания:

1. Каким образом испытывалась пористость образцов?
2. Каким методом определяли краевой угол смачивания?
3. Представленные значения по теплостойкости приведены для недоотвержденного или переотвержденного образца связующего?
4. Трещиностойкость – характеристика достаточно близкая к адгезии. В работе не приведено определение межслоевого сдвига, по которому можно было бы оценить трещиностойкость стеклопластиков.
5. Как себя ведет материал при повышенной температуре?
6. Как влияет на материал факт образования в нем системы взаимопроникающих сеток?
7. Что представляют собой взаимопроникающие сетки?
8. Какая область применения разработанных материалов?

9. Что автор может сказать о механизмах, определяющих адсорбцию, а затем и адгезионное взаимодействие на границе раздела полимер-наполнители, в данной работе стекловолокно-связующее? Это физическое или химическое взаимодействие?

10. Отсутствуют данные по характеристикам разработанных материалов при отрицательных температурах.

Соискатель Мосиук В.Н. согласилась с замечаниями на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию:

1. Пористость определялась методом гелиевой пикнометрии.
2. Краевой угол смачивания определялся методом сидячей капли.
3. Недостаток или переизбыток диаминодифенилсульфона не приводит к недоотверждению или переотверждению. Отверждение обеспечивается выбранным температурно-временным режимом. Степень отверждения фиксировали методом ДСК.

4. Трещиностойкость образцов стеклопластика определяли по значению критического коэффициента высвобождения упругой энергии G_{IC} .

5. Приведенные значения прочностных характеристик при 180 и 200 °С показывают сохранение прочности на уровне не менее 75 % от исходного.

6. Благодаря образованию взаимопроникающих сеток удалось получить материал с повышенной трещиностойкостью.

7. В системе происходит образование двух сеток: одна образуется за счет взаимодействия эпоксидных смол с аминным отвердителем, вторая – за счет гомополимеризации гексаметиленбисмалеимида. Образованные сетки переплетены механически.

8. На сегодняшний день опробовано применение разработанных материалов в качестве формообразующей оснастки.

9. Механизмы адгезии в системах полимер-наполнитель как правило представляют собой сложную систему физических, химических и диффузных взаимодействий. Одним из эффективных приемов обеспечения

прогнозируемого взаимодействия между связующим и армирующими наполнителями, является направленная поверхностная модификация последних замасливающими композициями. В настоящей работе в качестве армирующего наполнителя использована стеклянная конструкционная ткань Т-10-14, в качестве замасливателя которой используется γ -аминопропилтриэтоксисилан, увеличивающий химическую адгезию между матрицей и наполнителем.

10. С замечанием согласна. Однако, область применения разработанного материала (в качестве формообразующей оснастки) не предполагает его использования вне помещений и при отрицательных температурах.

Соискатель указала, что все высказанные замечания будут учтены в дальнейшей научной работе.

В диссертационной работе все заимствованные источники представлены со ссылками на автора или источник.

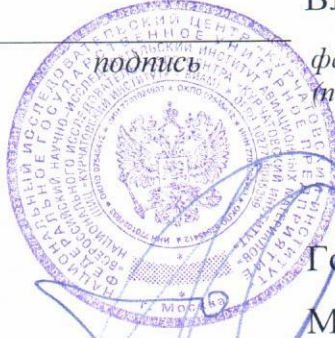
На заседании «25» октября 2024 г. диссертационный совет принял решение о том, что диссертация Мосиук В.Н. представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует критериям, установленным Положением о присуждении ученых степеней, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание степени кандидата технических наук, и принял решение присудить Мосиук Виктории Николаевне степень кандидата технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение» за новые научно-обоснованные решения по разработке теплостойкого эпоксибисмалеимидного связующего с повышенной трещиностойкостью для изготовления полимерных композиционных материалов по безавтоклавным технологиям формования, имеющие важное значение для развития отечественного материаловедения полимеров.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 15 человек, из них 4 доктора технических наук по специальности 2.6.17. – «Материаловедение», участвовавших в заседании, из 19 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 14, против – 1, недействительных бюллетеней – нет.

Председатель
диссертационного совета
д.т.н.


Антипов
Владислав Валерьевич
_____ *подпись* фамилия, имя, отчество
(полностью)

Ученый секретарь
диссертационного совета
к.т.н.


Горбовец
Михаил Александрович
_____ *подпись* фамилия, имя, отчество
(полностью)

Дата оформления заключения: «25» октября 2024 г.