

СВЕДЕНИЯ О РЕЗУЛЬТАТАХ ПУБЛИЧНОЙ ЗАЩИТЫ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационный совет: Д 212.125.10

Соискатель: Пье Пху Маунг

Тема диссертации: Методика совершенствования технологии производства тонкостенных рефлекторов антенн из полимерных композиционных материалов.

Специальность: 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки)

Решение диссертационного совета по результатам защиты диссертации:

На заседании «21» декабря 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Пье Пху Маунгу ученую степень кандидата технических наук. При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов» (технические науки), участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – 0.

Присутствовали: Председатель диссертационного совета, д.т.н., проф. Денискин Ю.И.; заместитель председателя диссертационного совета, д.т.н., проф. Бойцов Б.В., ученый секретарь диссертационного совета, к.т.н., доц. Денискина А.Р.; д.т.н., проф. Абашев В.М., д.т.н., проф. Боголюбов В.С.; д.т.н., доц. Долгов О.С.; д.т.н., проф. Дудченко А.А.; д.т.н., проф. Эндогур А.И.; д.т.н., проф. Куприков М. Ю.; д.т.н., проф. Лисейцев Н.К.; д.т.н., проф. Панкина Г.В.; д.т.н., проф. Подколзин В.Г.; д.т.н. доц. Рахманов М.Л.; д.т.н., проф. Сидоренко А. С.; д.т.н., проф. Туркин И.К.; д.т.н., проф. Фирсанов В.В.; д.т.н., проф. Шайдаков В.И.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 212.125.10
к.т.н., доцент



А. Р. Денискина

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА Д 212.125.10
НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)» ПО ДИССЕРТАЦИИ НА
СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ КАНДИДАТА НАУК**

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 21 декабря 2017 года, протокол № 7

О присуждении Пье Пху Маунгу, гражданину Республики Союза Мьянма, ученой степени кандидата технических наук.

Диссертация «Методика совершенствования технологии производства тонкостенных рефлекторов антенн из полимерных композиционных материалов» принята к защите 19 октября 2017 г., протокол № 5, диссертационным советом Д 212.125.10 на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский авиационный институт (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки РФ, 125993, г. Москва, А-80, ГСП-3, Волоколамское шоссе, 4, приказ о создании диссертационного совета Д 212.125.10 - № 714/НК от 02.11.12 г.

Соискатель Пье Пху Маунг 1987 года рождения. В 2014 г. соискатель с отличием окончил федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)» по специальности «Материаловедение и технологии материалов».

В период подготовки диссертации с 22.01.2015 г. по 21.12.2017 г. Пье Пху Маунг был прикреплен аспирантом к кафедре ракетно-космических композитных конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»).

Диссертация выполнена на кафедре ракетно-космических композитных конструкций федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», Министерство образования и науки Российской Федерации.

Научный руководитель – доктор технических наук, **Малышева Галина Владленовна**, кафедра «Ракетно-космические композитные конструкции» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», профессор.

Официальные оппоненты:

- **Комаров Валерий Андреевич**, доктор технических наук, профессор, федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Самарский национальный исследовательский технический университет имени академика С.П. Королева», кафедра «Конструкция и проектирование летательных аппаратов», заведующий кафедрой;

- **Новиков Валерий Александрович**, кандидат технических наук, доцент, федеральное государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)», проректор по учебной работе

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань, в своем положительном заключении, подписанном Михайловым Сергеем Анатольевичем, доктором технических наук, профессором, проректором по научной и

инновационной деятельности, Халиулиным Валентином Илдаровичем, доктором технических наук, профессором, заведующим кафедрой «Производства летательных аппаратов» указала, что диссертация Пье Пху Маунга представляет собой завершённую квалификационную работу, в которой решена задача совершенствования технологии производства тонкостенных рефлекторов антенн, изготовленных из полимерных композиционных материалов. Диссертация соответствует требованиям п.9 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 г. №842, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Соискатель имеет 14 опубликованных работ по теме диссертации, в том числе 5 из них в перечне журналов, рекомендованных ВАК РФ.

Наиболее значительные научные работы по диссертации:

1. Марычева А.Н., Пье Пху Маунг, Малышева Г.В. Исследования влияния структур тканых материалов на кинетику процесса формирования изделий из стеклопластиков методом вакуумной инфузии // Дизайн. Материалы. Технология. 2015. Т. 5. № 40. С. 64-66.
2. Malysheva G.V., Kirsanova E.A., Pyi Phyو Maung, Tumasova M.S. Rigidity of glass, carbon, and organic yarns of special-purpose fabrics // Fibre chemistry. 2016. Vol. 48. No 2. pp.140-142.
3. Pyi Phyو Maung, Malysheva G.V., Gusev S.A. A study of the effect of network angle of fabrics on kinetics of impregnation upon molding of articles made from carbon plastics // Polymer science. Series D. 2016. No 4. pp. 407-410.
4. Пье Пху Маунг, Малышева Г.В. Моделирование кинетики процесса пропитывания при производстве рефлекторов зеркальных космических антенн из углепластиков // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». 2016. № 5. С. 38-47.
5. Пье Пху Маунг, Малышева Г.В., Татарников О.В. Отработка технологических режимов отверждения при изготовлении и ремонте изделий из композитов // Ремонт, восстановление, модернизация. 2016. № 8. С.7-11.

6. Pyi Phyo Maung, Tatanikov O., Malysheva G. Optimization of the curing process of a sandwich panel // IOP Journal. Conference series. Materials science and engineering. 2016. Vol.153, No. 1. 6 p.
7. Pyi Phyo Maung, Malysheva G., Romanova I. Optimization of the rheological properties of epoxy resins for glass and carbon reinforced plastics // IOP Journal. Conference series. Materials science and engineering. 2016. Vol. 153, No. 1. 6 p.
8. Пье Пху Маунг, Малышева Г.В. Отработка технологии изготовления рефлектора космической антенны // Все материалы. Энциклопедический справочник с Приложением «Комментарии к стандартам, ТУ, сертификатам». 2017. № 5. С. 11-15.

На диссертацию и автореферат поступили отзывы:

- от ведущей организации Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева-КАИ», г. Казань.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В работе отсутствует методика расчета оптимальных значений сетевых углов и пористости ткани в зависимости от кривизны оснастки.
2. В работе все расчеты и экспериментальные исследования приводятся только для низкопористых тканей, и неясно, возможно ли применять полученные автором результаты для других типов армирующих наполнителей.
3. Диссертация напечатана не в цвете, и поэтому некоторые данные на рисунках требуют дополнительного пояснения, например, рисунки 4.5-4.9 и 4.23.
4. Имеются вопросы по оформлению списка литературы, например, пп. 14, 26.

- от официального оппонента Комарова Валерия Андреевича, доктора технических наук, профессора, заведующего кафедрой «Конструкция и проектирование летательных аппаратов» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Самарский национальный исследовательский технический университет имени академика С.П. Королева», г. Самара.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Список условных обозначений и сокращений расположен неудачно: после выводов, перед списком литературы.
2. В разделе 1.4 не дано математического определения важнейшего понятия «коэффициент проницаемости».
3. В формуле (2.10) и далее в (2.12) коэффициент проницаемости пропорционален вязкости, что нуждается в комментариях.
4. В разделе 3.2 не даны в явном виде размеры ячеек.
5. С.65 «наиболее рациональная схема» - лучше было бы просто сказать «лучшая из трех».
6. В (4.3) не определено N .
7. С. 99 - в оценке варианта 3 едва ли правомерно говорить об оптимальности. Скорее всего, это компромиссная точка на множестве Парето.
8. Появление таблицы 4.13 на с. 110 без необходимых пояснений перед общими выводами по работе представляется нецелесообразным.
9. На рис. 1.2 показана конструктивная схема рефлектора с ребрами, далее на рис. 4.3 также с ребрами, но ничего в диссертации об этом важнейшем элементе не говорится.

- от официального оппонента **Новикова Валерия Александровича**, кандидата технических наук, доцента, проректора по учебной работе федерального государственного автономного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Академия стандартизации, метрологии и сертификации (учебная)», г. Москва.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Название диссертационного исследования со словом «Методика...», которая (методика), как указано в новизне, состоит в свою очередь ещё из ряда методик, создаёт путаницу понятий в принадлежности.
2. Во второй главе диссертации теоретическое и расчётные значения динамики пропитки и коэффициента проницаемости не подкреплены в данной главе и

последующих главах демонстрацией взаимосвязи и взаимозависимости экспериментальных и этих расчётных данных.

3. В части редакторских замечаний следует отнести некоторые терминологические моменты, например, словосочетание «сечение тканей» на стр. 8 автореферата надо, видимо, читать «сечение нитей ткани»; очевидность вывода соискателя о том, что «пористость ткани зависит от объема элементарной ячейки и объема нитей в элементарной ячейке» (на той же стр.8); нестандартное обозначение размерностей некоторых физических величин, например, секунда обозначается как сек.; подписи под рис. 16 и рис. 20 дезинформируют читателя, поэтому следует читать «фактические» как «расчётные».

- от **Схиртладзе Александра Георгиевича**, доктора педагогических наук, кандидата технических наук, профессора кафедры «Автоматизированные системы обработки информации и управления» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технологический университет «СТАНКИН».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В настоящее время отсутствуют стандартизованные методы определения теплопроводности в плоскости армирования. Из каких источников автор заимствовал значения теплопроводности в направлениях xx , xz и zz анизотропного материала?
2. Как зависят результаты математического моделирования от неопределенности исходных данных по коэффициенту теплоотдачи при естественной конвекции в процессе отверждения?
3. Как измерялась температура образца? Какова погрешность измерений?
4. На стр. 13 (3-я строка сверху) допущена неточность. Градиент температур имеет размерность $^{\circ}\text{C}/\text{м}$ или $^{\circ}\text{C}/\text{мм}$, а не $^{\circ}\text{C}$. Вероятно, автор имел ввиду перепад температур.
5. Иллюстративный материал на рис. 15 и рис. 19 плохо читается.

- от **Аккуратова Игоря Леонидовича**, кандидата технических наук, начальника лаборатории, **Плотникова Андрея Дмитриевича**, кандидата технических наук, начальника отделения, **Копыла Николая Ивановича**, кандидата технических наук, начальника отдела ракетно-космической корпорации «Энергия имени С.П. Королева».

Отзыв положительный. Нет замечаний.

- от **Кузнецова Геня Владимировича**, доктора физико-математических наук, профессора, заведующего кафедрой «Теоретическая и промышленная теплотехника» Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Отзыв положительный. Имеется замечание:

В качестве замечания следует отметить, что в автореферате не приведено описание используемой при моделировании кинетической схемы (и соответствующих постоянных, процесса отверждения использовавшегося эпоксидного связующего). Эти данные представляют несомненный интерес для практики.

- от **Быченка Владимира Анатольевича**, кандидата технических наук, заместителя директора по научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам Учреждения науки «Инженерно-конструкторский центр сопровождения эксплуатации космической техники».

Отзыв положительный. Имеется замечание:

К недостаткам работы следует отнести несоответствие результатов компьютерной томографии при оценке качества рефлектора на стр. 18-19: на рисунке 22 отмечено 15 областей контроля, тогда как в таблице 2 имеются результаты только для 9 областей контроля. Более того в тексте самой диссертации на стр. 100 указано 17 областей контроля. Не совсем понятно, почему в автореферате не отмечены результаты пористости с ребер рефлектора. Также, хотелось бы наблюдать больше фотографий полученной томографии, как в автореферате, так и в тексте самой диссертации.

- от **Прохоровича Владимира Евгеньевича**, доктора технических наук, профессора, директора научно-исследовательского центра технологий контроля качества ракетно-космической техники федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Из текста автореферата (стр. 9) не совсем понятно, как получена формула (7) при условии, что ранее было указано, что объем нитей в элементарной ячейке при деформировании не изменяется;
2. В «Заключении» автор претендует на результат (п. 1...установлено, что проницаемость ткани зависит от ее пористости). Считаем, что это известное положение, вместе с тем считаем, что результатом являются полученные численные значения;
3. В автореферате на стр. 14 и стр. 19 указана толщина рефлектора, равная 0,6 мм, что вызывает сомнения, так как ткань имеет 6 слоев.

- от **Ваниева Марата Абдурахмановича**, доктора технических наук, доцента, заведующего кафедрой «Химия и технология переработки эластомеров» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Волгоградский государственный технический университет».

Отзыв положительный. Нет замечаний.

- от **Загидуллиной Инны Александровны**, кандидата технических наук, доцента кафедры «Технологии переработки полимеров и композиционных материалов» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет».

Отзыв положительный. Имеется замечание:

В автореферате не приведены характеристики полимерных композиционных материалов, используемых в работе.

- от **Колотилова Юрия Васильевича**, доктора технических наук, профессора, заместителя директора ООО «Промышленно-коммерческая Фирма Вертикаль».

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. Не проанализирована возможность применения данной технологии для производства трансформируемых антенн.
2. При анализе прочностных свойств не проведен статистический анализ.

- от **Полилова Александра Николаевича**, доктора технических наук, профессора, заведующего лабораторией безопасности и прочности композитных конструкций Института машиноведения им. А.А. Благонравова Российской Академии наук.

Отзыв положительный. Имеются замечания:

1. В работе рассмотрен лишь один тип полотняного плетения с ортогональной укладкой утка и основы, хотя известно, что другие типы плетения (саржевое, трикотажное) за счет более свободного изменения метрики позволяют лучше (без складок) «обтекать» поверхности ненулевой кривизны, однако, обсуждение преимуществ и недостатков разных типов плетения тканей в работе не проводится.
2. В третьей главе проведено моделирование процесса отверждения, но нет учета изменения теплофизических свойств связующего при различных фазовых состояниях.

- от **Аринчева Сергея Васильевича**, доктора технических наук, профессора кафедры «Аэрокосмические системы (СМ-2)» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)».

Отзыв положительный. Имеется замечания:

Кинетика процесса отверждения связующего изучается по косвенному признаку: по температурным полям заготовки рефлектора. Непосредственно процесс изменения агрегатного состояния связующего (переход из жидкого состояния в твердое) не рассматривается.

- от **Семенова Валерия Васильевича**, доктора экономических наук, заместителя генерального директора, директора центра технологического развития РКП федерального государственного унитарного предприятия «Научно-производственное объединение «Техномаш».

Отзыв положительный. Имеется замечания:

В качестве замечания по диссертационной работе отметим, что, судя по автореферату, результаты ее не внедрены в производстве реальных КА и являются методическими, рекомендательными.

В поступивших отзывах отмечена актуальность темы диссертационной работы, дан краткий обзор работы, отмечены новизна и достоверность полученных результатов, а также их практическая значимость.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается тем, что они имеют значительный опыт в научно – исследовательской и проектно-конструкторской работе в области проектирования, испытаний, производства, эксплуатации и контроля качества изделий летательных аппаратов из композиционных материалов, работают на передовых предприятиях аэрокосмической отрасли, областью их научных интересов и наличием большого числа публикаций в ведущих рецензируемых изданиях в области полимерных композиционных материалов, что позволяет им определить научную новизну и практическую ценность представленной диссертации.

Диссертационный совет отмечает:

1. Считать диссертационную работу ПЪе Пху Маунг научно-квалификационной работой, в которой изложены новые научно-обоснованные методики и технические решения, имеющие существенное значение при совершенствовании технологии производства тонкостенных рефлекторов антенн из полимерных композиционных материалов.
2. На основании выполненных соискателем исследований:
 - **разработана** методика определения технологических режимов процесса отверждения изделия из полимерных композиционных материалов, позволяющая

сократить продолжительность процессов полимеризации за счет использования внутренних источников тепла;

- **разработана** методика определения формообразующих свойств тканей, обеспечивающая их выкладку на поверхность оснастки двойной кривизны без складок;

- впервые **предложены** критерии управления кинетикой процесса пропитывания.

- **разработана** инженерная методика определения структуры ткани, обеспечивающие наилучшее качество выкладки при сокращении ее продолжительности,

- **новые понятия** не вводились.

Теоретическая значимость исследований обоснована тем, что:

- **разработана** математическая модель, позволяющая учесть количество выделяющегося в процессе отверждения тепла в зависимости от режимов отверждения;

- **предложен** комплекс современных методов оценки коэффициентов проницаемости и пропитывания для конкретных систем связующее-наполнитель;

- **разработана** методика исследования влияния коэффициента драпируемости ткани на качество конечных изделий;

- **разработана** методика исследования изменения сетевых углов при выкладке ткани на поверхности двойной кривизны и их влияние на процесс пропитывания;

- **доказана** перспективность использования разработанных методик для совершенствования технологии производства тонкостенных рефлекторов антенн летательных аппаратов.

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

- **разработана** методика оценки значений технологических параметров процесса отверждения, позволяющая получать полимерные композиционные материалы с пониженной пористостью и высокими характеристиками прочности, что повышает экономическую эффективность технологии формования;

- **разработан** специальный стенд для проведения эксперимента определения коэффициента проницаемости ткани в начальном состоянии;

- **предложена** методика оптимизации технологических режимов формования при производстве деталей из полимерных композиционных материалов методом вакуумной инфузии за счет установления зависимости между значениями сетевых углов и проницаемости, а также между коэффициентом драпируемости и углами выкладки.

Реализация результатов исследований. Полученные теоретические и практические результаты отражены в 14 статьях. Результаты используются в научно-исследовательских работах и учебном процессе межотраслевого инжинирингового центра «Композиты России» федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)», что подтверждено актом о внедрении результатов.

Оценка достоверности результатов исследования выявила следующие:

- **проведено** экспериментальное обоснование разработанной комплексной методики на достаточной выборке образцов;
- **установлено** качественное соответствие авторских результатов с опубликованными результатами исследований других авторов;
- **использован** экспериментальный материал, полученный высокоточным методом вычислительной рентгеновской томографии.

Личный вклад соискателя состоит в следующем:

- разработана новая методика оценки изменения структуры ткани (одного из компонентов полимерного композиционного материала), позволяющей количественно анализировать технологические процессы производства конструкций летательных аппаратов;
- разработана технология изготовления полномасштабных моделей рефлекторов антенн летательных аппаратов;

- предложены количественные критерии оценки завершенности процессов отверждения на базе полученных результатов термоаналитических исследований;
- проведено экспериментальное подтверждение разработанной комплексной методики, и получены экспериментальные зависимости количественных критериев от реологических свойств связующего и структурных параметров тканей;
- выполнена подготовка публикаций по представленной работе.

На заседании 21 декабря 2017 г. диссертационный совет принял решение присудить Пье Пху Маунгу ученую степень кандидата технических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов», участвовавших в заседании, из 23 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 17, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета Д 212.125.10

Ю. И. Денискин

Ученый секретарь

диссертационного совета Д 212.125.10

А.Р. Денискина

И.о.начальника отдела УДС МАИ

Т.А. Аникина

