

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

к.т.н., доцента Бобина Константина Николаевича

на диссертацию ЧэньЯнян выполненную на тему «Разработка методики оптимизации технологических режимов отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

### 1. АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ ДИССЕРТАЦИИ

Актуальность темы диссертации обосновывается необходимостью решения научно-технической проблемы совершенствования процесса производства деталей из полимерных композиционных материалов на этапе их отверждения. Ее решение позволит сократить стоимость технологической подготовки производства деталей из полимерных композиционных материалов.

### 2. ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ДИССЕРТАЦИИ, ЕЕ ЗАВЕРШЕННОСТИ, АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ОФОРМЛЕНИЯ ДИССЕРТАЦИИ

Диссертационная работа Чэнь Янян состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 149 пунктов. Диссертация изложена на 134 стр., содержит 26 таблиц и 71 рисунок. Замечаний к оформлению диссертации и автореферата не имеется.

Диссертация написана хорошим научным языком, аккуратно оформлена, отвечает требованиям, предъявляемым к качеству оформления, соответствует требованиям ГОСТ 7.0.11-2011.

Представленный в диссертации материал логично структурирован, изложен технически грамотно, оформлен в соответствии с требованиями, предъявляемыми к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

**В первой главе** проведен обзор литературы, в котором большое внимание автор уделила анализу свойств материалов, применяемых в качестве основы при создании деталей ЛА и описанию техпроцессов, которые использованы при формировании деталей из полимерных композиционных материалов на основе углеродных (или стеклянных) тканей и эпоксидного связующего. Автором подробно рассмотрены методы оптимизации технологических режимов отверждения. В этой части работы автором рассмотрены методики определения реокинетических параметров отверждения и методы определения количества теплоты, выделяемой в процессе отверждения композитных конструкций. Отмечено, что основным недостатком существующих методик, используемых при назначении технологических режимов процесса отверждения, является отсутствие

Отдел документационного  
обеспечения МАИ

«27 / 10 2021 г.

учета в изменении фазового состояния связующего. На основании проведенного обзора научной литературы автор формулирует цель работы и ее задачи.

**Во второй главе** описаны экспериментальные исследования теплофизических свойств эпоксидных связующих. Приведены данные по значениям температур гелеобразования в зависимости от скорости процесса нагрева. Проанализировано влияние оборудования и оснастки, используемых для оценки характеристик теплоемкости и теплопроводности эпоксидных материалов с учетом степени их отверждения.

**Третья глава** диссертации посвящена изучению значений степени конверсии и тепловых потоков при отверждении образцов стеклопластиков и углепластиков. Проанализировано влияние экзотермических эффектов, что, несомненно важно, для практического использования результатов диссертационного исследования. Кроме того в этой главе приведены данные по оптимизации процесса отверждения на участках нагрева.

**В четвертой главе** приведены технологические характеристики режимов отверждения, использованных в работе деталей ЛА из стеклопластика. В качестве объектов исследования автор выбрала типовые конструкции ЛА: баллон высокого давления и стрингер крыла самолета.

**В заключении** представлены основные выводы, полученные в ходе диссертационного исследования.

Прилагаемый **список литературы** содержит 149 наименований российских и зарубежных источников, которые достаточно полно отражают современный уровень исследований по теме диссертации.

### **3. НОВИЗНА, ДОСТОВЕРНОСТЬ И ЗНАЧИМОСТЬ ДЛЯ НАУКИ ВЫВОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ**

Все научные положения и выводы по результатам диссертации, обоснованы глубокой проработкой литературного материала, согласованностью полученных теоретических и экспериментальных данных.

Результаты диссертационной работы неоднократно докладывались на конференциях различного уровня, в том числе всероссийских и международных. По теме диссертации опубликовано 16 работ.

Научную новизну имеют следующие полученные автором результаты:

- Впервые исследованы теплофизические характеристики полимерных связующих в процессе изменения их фазового состояния при разной степени конверсии.
- Установлены причинно-следственные связи между теплофизическими характеристиками связующих, армирующих материалов и кинетикой процесса отверждения при производстве деталей летательных аппаратов из полимерных композиционных материалов.

- Предложена новая методика отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов, учитывающая масштабные факторы, кинетику нагрева и температурно-временные режимы гелеобразования при различных химических составах связующих.

#### **4. ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ВЫВОДОВ И РЕЗУЛЬТАТОВ ДИССЕРТАЦИИ**

В диссертационной работе Чэнь Янян созданы новые методики, позволяющие с высокой степенью точности определять теплофизические характеристики полимерных связующих при изменении их агрегатного состояния.

Предложена методика многокритериальной оптимизации режимов отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов.

Создан алгоритм определения режима отверждения при разработке технологий изготовления деталей из полимерных композиционных материалов, что позволит уменьшить затраты на технологическую подготовку.

#### **5. РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ДАЛЬНЕЙШЕМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ПОЛУЧЕННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДОВ**

Результаты работы Чэнь Янян возможно использовать при оценке потребных режимов изготовления деталей из композиционных материалов.

Результаты работы также могут быть использованы в образовательных учреждениях технического профиля при подготовке бакалавров, специалистов и магистров в области создания конструкций из полимерных композиционных материалов.

#### **6. СТЕПЕНЬ ОБОСНОВАННОСТИ НАУЧНЫХ ПОЛОЖЕНИЙ, ВЫВОДОВ И РЕКОМЕНДАЦИЙ, СФОРМУЛИРОВАННЫХ В ДИССЕРТАЦИИ**

Для решения поставленных задач, автором был использован широкий спектр методов теплофизических исследования, в том числе дифференциально-сканирующая калориметрия и поэтому достоверность полученных экспериментальных результатов не вызывает сомнений и обеспечивается использованием апробированных методик и современного оборудования.

Апробация результатов Чэнь Янян в межотраслевом инженеринговом центре «Композиты России» подтвердила эффективность разработанной методики, возможность и целесообразность ее использования при изготовлении деталей из композиционных материалов.

## 7. СООТВЕТСТВИЕ СОДЕРЖАНИЯ АВТОРЕФЕРАТА И ПУБЛИКАЦИЙ ПОЛОЖЕНИЯМ И ВЫВОДАМ ДИССЕРТАЦИИ

Автором опубликовано 16 научных работ, в том числе 3 статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ по данной специальности. Публикации автора в полной мере отражают основное содержание диссертации и автореферата, соответствуют основным положениям и выводам.

Автореферат диссертации Чэнь Янян полностью отражает содержание, основные теоретические и экспериментальные результаты, новизну и выводы диссертационной работы. По структуре и содержанию автореферат соответствует требованиям нормативной документации и дает полное представление о проведенных исследованиях.

## 8. ЗАМЕЧАНИЯ ПО ДИССЕРТАЦИИ И АВТОРЕФЕРАТУ:

- 1) Отсутствует критический анализ работ в литературном обзоре;
- 2) На странице 63 формулируется, что значения градиентов температур на поверхности и в центре образца с учетом агрегатного состояния связующих выше, чем аналогичные показатели, полученные без его учета, но не дается объяснения почему;
- 3) В главе 4 хотелось бы увидеть результаты прочностных испытаний образцов изготовленных по предлагаемой методике;
- 4) Хотелось бы увидеть в работе сравнение моделирования с реальными режимами полимеризации деталей из композиционных материалов;
- 5) В выводе 2 главы 3 говорится о разработке математической модели, позволяющей описать процесс отверждения связующих, хотя в работе никакого описания математической модели не приводилось, какие-то новые зависимости или соотношения дополняющие существующие математической модели не приводились;
- 6) Отсутствуют публикации без соавторов;
- 7) В научной новизне утверждается, что новая методика отверждения полимерного связующего апробирована на опытных образцах, однако в работе выполнялось всего лишь моделирование полимеризации на опытных образцах, а не реальное изготовление;
- 8) Имеется большое количество орфографических ошибок с неправильным использованием окончаний слов в главе 3. Ошибки не искажают смысл передаваемого текста и для носителей русского языка не вызовут сложностей с понимаем текста, но осложняют ознакомление с работой.

Указанные замечания не снижают общей положительной оценки работы, значимость и достоверность выполненных исследований и полученных результатов.

## 9. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание диссертационного исследования соответствует пункту 12 области исследований Паспорта специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов. Полученные автором результаты полностью соответствуют цели и задачам исследования. Все научные положения, выносимые на защиту, отличаются новизной, обоснованы и достоверны.

Диссертация Чэнь Янян выполненная на тему «Разработка методики оптимизации технологических режимов отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов» по своей актуальности, научной новизне, практической значимости и достоверности результатов, соответствует требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Чэнь Янян заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

### ОФИЦИАЛЬНЫЙ ОППОНЕНТ

Бобин Константин Николаевич

доцент кафедры самолето- и вертолетостроения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Новосибирский государственный технический университет», доцент, кандидат технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов.

Тел. +7 (383)346-06-09; e-mail: bobin@corp.nstu.ru,



Бобин Константин Николаевич


25 октября 2021 г.

Подпись Бобина К.Н. удостоверяю



Должность удостоверяющего

*1107 ОК ИТМ*

подпись  ФИО

Необходимые сведения предоставляю и даю согласие на размещение этих сведений и отзыва на официальном сайте МАИ в сети «Интернет» в соответствии с «Порядком размещения в сети «Интернет» информации, 7 необходимой для обеспечения порядка присуждения ученых степеней, утвержденных приказом Минобрнауки РФ от 16.04.2014 №326.

Почтовый адрес: 630073, Россия, г. Новосибирск, пр-т К.Маркса, д. 20,  
Тел. +7 (383) 346-08-43; +7 (383) 346-06-09  
Электронная почта: [rector@nstu.ru](mailto:rector@nstu.ru)  
Веб-сайт: <https://www.nstu.ru/>