

О Т З Ы В

на автореферат диссертации Чэнь Янъян на тему «Разработка методики оптимизации технологических режимов отверждения полимерного связующего при производстве деталей летательных аппаратов из композиционных материалов», представленной на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов

Не вызывает сомнения важность и актуальность разработки высококачественных полимерных волокнистых композитов, используемых при производстве летательных аппаратов. Полимерные композиты эффективно применяются при изготовлении лонжеронов, обтекателей, шпангоутов, стрингеров и других элементов летательных аппаратов, благодаря своим физическим, химическим и механическим свойствам, таким как низкая плотность, высокая прочность, стойкость к агрессивным средам, низкая энергоёмкость производства.

Наряду с методами проектирования композитных изделий большую, если не главную, роль играет технология их производства и её современная научная основа – технологическая механика, одному из направлений которой посвящена данная диссертационная работа. Совершенствование температурных режимов, процессы фронтального отверждения, применение вибрационного воздействия, аддитивные технологии – эти и многие другие приёмы отражают перспективу развития технологической механики композитов.

Исследования соискателя Чэнь Янъян посвящены важным проблемам технологии производства деталей из стекло- и углепластиков с эпоксидной матрицей, и основная тема исследования – это влияние скорости изменения температуры в процессе полимеризации. Решаемая автором научная задача связана со снижением термических и усадочных напряжений, возникающих на этапе отверждения. В процессе экспериментальных исследований были установлены важные в научном и практическом отношении результаты, позволяющие улучшать режимы нагрева и охлаждения в процессе отверждения композитных деталей.

Автором проведены комплексные исследования, позволившие определить теплофизические характеристики полимерного связующего непосредственно в процессе его отверждения. Установлено, что при переходе связующего из жидкого состояния в твердое происходит снижение его теплоемкости и повышение теплопроводности. Этот эффект показывает, что на этапе нагрева необходимо правильно регулировать скорость повышения

Отдел документационного
обеспечения МАИ

25 10 2021г.

температуры, чтобы исключить перегрев и, как следствие, возможную термодеструкцию. Полученные результаты позволили автору разработать методику оптимизации скорости нагрева, что в итоге даёт возможность повысить качество изделия и сократить продолжительность процесса отверждения.

В результате проведенных автором в главе 2 исследований, на примере конкретной марки эпоксидного связующего, получены теплофизические и кинетические характеристики, которые использованы в дальнейшей работе при проведении расчетных и теоретических исследований.

В главе 3 установлено, что при использовании в качестве арматуры стеклянных или углеродных волокон, имеющих различные теплофизические свойства, происходит изменение не только скорости их нагрева, но и степени конверсии, что оказывает существенное влияние на количество теплоты, выделяемой в процессе отверждения. Автором доказано, что в деталях из стеклопластиков возникает неравномерное распределение градиентов температур и возникает превышение температуры примерно на 50°C.

В главе 4, на основе полученных результатов, улучшены температурные режимы отверждения баллона высокого давления, предназначенного для хранения водорода в беспилотных летательных аппаратах, и стрингера крыла самолета.

В ходе работы использовались математические модели для оценки и оптимизации тепловых процессов отверждения на участках нагрева композитных деталей.

Следует указать также некоторые замечания по содержанию диссертации и автореферата:

- постановка задачи оптимизации требует формулирования функции цели и ограничений в пространстве переменных проектирования, но в работе «решение задачи оптимизации» сводится лишь к улучшению температурных режимов. Заявленная многокритериальная оптимизация (по Парето?) также не пояснена в тексте автореферата. Что под ней понимает автор?

- поскольку работа в основном экспериментально-технологическая, следовало более подробно описать применённое оборудование, типы нагревателей, способы конвекции, точность поддержания температуры;

- недостаточно описаны свойства композитных материалов, полученных по разработанной автором технологии, а сравнение этих свойств с традиционными могло бы стать доказательством эффективности разработанной технологии.

Высказанные замечания не могут повлиять на общую положительную оценку проведенной большой, важной и высококвалифицированной работы. Из автореферата видно, что работа Чэнь Янян носит законченный и системный характер, выводы проработаны и обоснованы, использованы

современные методы испытаний, проведена математическая обработка полученных результатов. Важно отметить полезное и глубокое сочетание теоретических и экспериментальных подходов к решению поставленной задачи.

В целом, считаю, диссертационная работа Чэнь Янян по своему научному уровню, новизне, актуальности и практической значимости соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г № 842, а ее автор Чэнь Янян за разработку методов совершенствования технологий создания полимерных композитов заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.07.02 – «Проектирование, конструкция и производство летательных аппаратов».

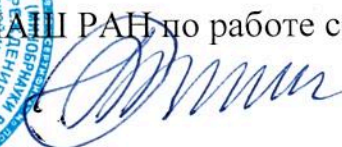
Главный научный сотрудник,
и.о. заведующего лабораторией безопасности
и прочности композитных конструкций
ФГБУН Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН
доктор технических наук
(по специальности 01.02.04 – механика деформируемого твёрдого тела),
профессор



Александр Николаевич Полилов

20 октября 2021 г.

Подпись А.Н. Полилова заверяю
Заместитель директора ИМАШ РАН по работе с персоналом



Э.Н. Петюков

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, необходимой для обеспечения порядка присуждения ученых степеней, утвержденных приказом Минобрнауки РФ от 16.04.2014 №326.



А.Н. Полилов

Почтовый адрес: 127221, Москва, проезд Шокальского, д. 1, корп. 1, кв. 239.
Тел. Полилова А.Н.: 8-905-556-75-03, 8-499-135-34-30
e-mail: polilovan@mail.ru
Адрес ИМАШ РАН: 101000, Москва, Малый Харитоньевский пер., 4,
Тел. Дирекции ИМАШ: 7-495-628-87-30