

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Вешкина Евгения Алексеевича

«НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗРАБОТКИ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУФАБРИКАТОВ И КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ»,

представленной на соискание учёной степени доктора технических наук по специальности

2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов»

Актуальность темы диссертации определяется сохраняющейся тенденцией к росту объёма применения полимерных композиционных материалов (ПКМ) в конструкциях летательных аппаратов, обусловленной их высокими удельными механическими характеристиками, повышенным ресурсом и живучестью конструкций из ПКМ, по сравнению с традиционными для авиационной отрасли металлическими материалами. Вместе с тем, практическая реализация указанных выше преимуществ ПКМ, наравне с экономической эффективностью их применения, сильно зависит от выбранной технологии производства изделия. Выбор материалов и оптимальных технологических параметров изготовления конструкций из ПКМ представляет собой серьёзную *проблему*, решение которой прогностическими методами на этапе проектирования позволит сократить время и стоимость опытной технологической отработки и постановки изделия в серийное производство.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- На основе конструктивных и экономических требований сформулированы и структурированы принципы выбора основных и вспомогательных материалов (полуфабрикатов) и технологии их переработки в изделия из термореактивных ПКМ.
- Изучены закономерности изменения кажущейся вязкости термореактивного связующего в зависимости от его состава, сформулированы технологические приёмы управления данным параметром через температурно-временной режим формования.
- Исследованы зависимость толщины монослоя отверждённого ПКМ от содержания связующего и прикладываемого давления формования, взаимосвязь между требуемыми поверхностными плотностями клеевой плёнки связующего и армирующего наполнителя при совмещении в полуфабрикат ПКМ.
- Предложен метод оценки степени конверсии материала связующего ПКМ через измерение микротвёрдости, произведена оценка объёмной анизотропии данного свойства материала.
- На образцах слоистых углепластиков исследовано влияние конечной температуры отверждения на показатели твёрдости и жёсткости ПКМ и взаимосвязи между ними.
- Разработан метод подбора технологических параметров цикла формования в зависимости от характеристик применяемого полуфабриката ПКМ и габаритов изделия, определяемых расчётно-экспериментальными методами.
- Исследованы параметры липкости препрега, их влияние на технологические характеристики ПКМ.

Практическая значимость данной работы состоит в разработке на основе вышеизложенных результатов высокопроизводительных серийных технологий изготовления расплавных эпоксидных связующих, высококачественных клеевых плёнок и препрегов с разбросом массового содержания связующего не более 2%, и внедрении в производство указанных материалов на базе УНТЦ ВИАМ – НИЦ «Курчатовский институт», а также разработке и освоении серийных технологий

производства, НД на изготовление и поставку комплектующих изделий АТ (трубопроводов СКВ, заготовок панелей пола) с разбросом массово-габаритных характеристик не более 5%.

Достоверность полученных результатов подтверждается сопоставлением с результатами экспериментов, проведённых в соответствии со стандартизированными методами испытаний.

Вместе с тем, к материалам автореферата диссертации можно предъявить следующие замечания:

- Среди перечисленных на стр. 8 методов испытаний отсутствуют способы определения сопротивления отслаиванию, липкости препрегов.
- Для рис. 4 (стр. 10) рекомендуется раздельное представление (при наличии) данных по вязкости растворных и расплавных связующих.
- На стр. 13 рекомендуется привести расчётные зависимости толщины монослоя от физических характеристик компонентов и их процентного содержания.
- На рис. 8 и в тексте на стр. 13-14 не указаны диапазоны прикладываемого давления.
- В табл. 2 и в тексте на стр. 14-15 не описаны составы аппретов, технологии их удаления, обоснование выбора жидкостей для исследования характеристик смачиваемости, применимость указанных результатов к выбору технологии совмещения армирующего наполнителя со связующими различной химической природы, возможное влияние на кажущуюся вязкость связующего, показатели качества отверждённого ПКМ (толщина монослоя, пористость).
- В тексте на стр. 20-22 рекомендуется явно указать взаимосвязь различных знаков у КОА микротвёрдостей для указанных связующих с направлением термического эффекта реакции их отверждения, следующую из данных рис. 15-17.
- В тексте на стр. 25 не приводятся: критерий выбора режима дополнительной термообработки (необходимое превышение температуры стеклования), исходная и конечная степени конверсии материала, пористость отверждённого пластика, степень его влагонасыщения при кипячении. Результаты приведены для растворного связующего, но не расплавного.
- В описании этапов формования изделий из ПКМ, представленных на стр. 26-27, не упоминается вакуумирование и его влияние на конечные свойства изделий.
- На стр. 27 не уточняется вид процесса формования (автоклавно-вакуумное, прессовое и т.п.), под который разработана оснастка. Влияние шероховатости и покрытия поверхности оснастки на качество поверхности изделия рекомендуется представить в табличном виде.
- На стр. 28 не указаны характер разрушения клеевых соединений (адгезивный/когезивный), а также критерии оценки эффективности подготовки поверхности обработкой ПАД по сравнению с традиционными методами, помимо прочности на отслаивание. Не уточнены методы исследования липкости препрегов.
- На стр. 28-29 рекомендуется привести оценку экономической эффективности прессового формования по сравнению с вакуумно-автоклавным (в частности, по стоимости оснастки и её работоспособности).
- В качестве незначительного замечания можно отметить наличие опечаток в формуле (1) и пояснительном тексте на стр. 13.

Указанные выше замечания не снижают ценность полученных результатов и значимость диссертации.

Диссертация является завершённой научной работой, посвящена решению важной и актуальной для проектирования и производства изделий из ПКМ научной проблемы, имеет большое практическое значение, *соответствует* научной специальности 2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов». Диссертация *удовлетворяет* всем требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а её автор, **Вешкин Евгений**

Алексеевич, заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.6.11 «Технология и переработка синтетических и природных полимеров и композитов».

Заместитель генерального директора по научно-техническому развитию (1)

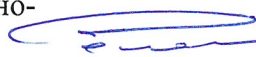
Акционерное общество «Улан-Удэнский авиационный завод» (АО «У-УАЗ»)

670009, г. Улан-Удэ, ул. Хоринская, д. 1

Тел.: +7(3012) 25-33-86, +7(3012) 25-74-75

E-mail: uuaz@uuaz.ru, solomin@uuaz.ru

18.12.2025



Соломин

Сергей

Владимирович (1)

Главный металлург (2)

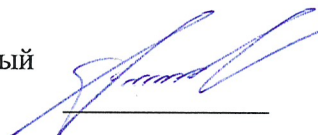
Акционерное общество «Улан-Удэнский авиационный завод» (АО «У-УАЗ»)

670009, г. Улан-Удэ, ул. Хоринская, д. 1

Тел.: +7(3012) 25-33-86, +7(3012) 25-74-75

E-mail: uuaz@uuaz.ru, klimashevskij@uuaz.ru

18.12.2025



Климашевский

Сергей

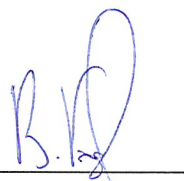
Константинович

(2)

Подписи Соломина С.В. (1) и Климашевского С.К. (2) удостоверяю.

Начальник УД АО «У-УАЗ»

18.12.2025



Клячман

Виктор

Владимирович (3)