

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Орлова Максима Андреевича
«РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СОЗДАНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ИЗ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ
МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ НАШИВКИ
РОВИНГОМ», представленной на соискание ученой степени кандидата технических
наук
по Специальности: 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные
материалы

Диссертационная работа посвящена развитию технологии производства ПКМ, производимых методами пропитки – инфузией или RTM. Использование TFM-технологии потенциально может ускорить производство ПКМ, снизить долю ручного труда, повысить качество материала и создавать области локального армирования нужные конструктору изделия. И, поскольку при пропитке, в отличие от препрегового метода Fiber Placement существует необходимость фиксации армирующих нитей в сухой преформе, то исследовать процесс, безусловно, важно.

Диссертация построена по обычной схеме: введение, литобзор, вторая глава - описание методов, в третьей оценивается эффективность метода нашивки преформ, в четвертой главе автор пытается показать экспериментальные результаты, пятая глава посвящена расчету материалов, в шестой главе приводятся результаты разгонных испытаний турбины, лопатки которой изготовлены по TFM-технологии.

Глава 1 достаточно лаконична и больше напоминает коммерческий бизнес-план. Важность технологии в мировом масштабе акцентирована слабо, преимущества TFM-технологии перед Fiber Placement, вязанием и ручной полуавтоматизированной выкладкой не аргументированы. Удивляет акцент автора на лопатки, хотя по природе технология интересна (как и Fiber Placement) для усиления отверстий в конструкциях и предотвращения расслоений краев композитных деталей. Похоже, что необходимость любой ценой отчитаться по Соглашению о предоставлении субсидии от 26 сентября 2017 г № 14.574.21.0160, перевешивает логику научного исследования в данной работе.

Преимущества TFM-технологии по сравнению с ручной выкладкой неочевидны из литобзора. Очевидно, что существуют ограничения по толщине нашивки.

Глава 2 «Материалы и методы» начинается с пересказа ТУ и Data Sheet на исходные материалы, но даже здесь бросается в глаза ошибка в адресе поставщика нитей «Русар-С». ООО "Термотекс" находится по адресу: Московская обл., г. Хотьково, ул. Заводская, д.1, литера 16В, пом. .209, этаж 2 , а не в Мытищах!!!!

Странным образом различаются размеры преформ на стр. 33 и в Табл. 8.

С моей точки зрения, для демонстрации технологии выбор образцов размером 80x80x6 мм и без концентраторов выглядит странным

Рассматривая подраздел 2.3.2 «Определение физико-механических характеристик нашивных углепластиков», приходится отметить, что размеры образцов не соответствуют методике измерения прочности при изгибе. По каким стандартам испытывал образцы автор неизвестно, при этом соотношение $l/h=8$ это точно не параметры чистого изгиба композита, и применять формулу на следующей строке нельзя. В 4-й главе автор пишет об изгибе короткой балки, но размер также не соответствует стандарту.

Следующая формула A_{fs} (расчет общей энергии разрушения) - чистая фантазия автора и ее применение требует обоснования. К сожалению, формулы в тексте не нумерованы.

Использование нестандартного оборудования в подразделе 2.3.3.2 «Определение прочности при изгибе и полной энергии разрушения при 3-точечном изгибе в условиях низкоскоростного удара», как минимум, требует подробного описания. Разработка уникального оборудования могла стать изюминкой данной диссертации, но не ясно, кто персонально разработал установку и кто получил эти результаты, так как в МГТУ им. Баумана Н.Э. данного оборудования вероятно нет.

Точно также в МГТУ им. Баумана Н.Э. нет приспособлений для 4-точечного изгиба для разрывной машины Zwick. Почему выбран именно такой метод и с неправильными размерами образцов остается непонятным. Модуль при изгибе можно измерять и при 3-точечном изгибе с достаточной для сравнительных исследований точностью, учитывая, что он будет отличаться от модуля упругости при растяжении.

В подразделе 2.3.3.4 «Определение модуля сдвига методом кручения пластины» сущность метода заключается в кручении образца в виде квадратной пластины и определения при этом модуля сдвига G . Еще интереснее понять, какой модуль сдвига из трех в ортотропной пластине автор измеряет. Однако стандартного приспособления для деформации пластины для Zwick не существует в мире. Информации, что такое приспособление изготовлено в ходе работы, тоже нет.

Интересен подраздел 2.3.4. «Определение напряженного состояния рабочего колеса центробежного компрессора в поле центробежных сил». Исследование напряженного состояния РКЦК в поле центробежных сил производили на разгонном стенде РС-1Д при нормальной и повышенной температуре. Использование повышенной температура в вакуумной среде требует пояснения, а также непонятно, кто и где проводил испытания, и как снимались показания с тензодатчиков при 52 тысячах оборотах в минуту.

Следующая Глава 3 «Определение эффективности метода нашивки преформ» при таком небольшом количестве образцов выглядит недостоверно.

Выводы Главы 4. «Исследование физико-механических свойств плоских экспериментальных образцов материала для изготовления элементов ГТД из ПКМ», доверия не вызывают, поскольку из Главы 2 следует, что автор запутался в методиках

измерения. В 4-й главе смешаны: метод изгиба короткой балки, 3-точечный изгиб образцов и 4-точечный изгиб образцов.

Тем не менее, автор пишет, что нашивка ухудшает свойств материала (рис.31 -33), а дальше подменяет прочность и модуль на нестандартный параметр энергии разрушения A_{fd} (Таблица 16), вероятно, чтобы показать хоть какой-то положительный эффект нашивки. Смысл этого параметра понятен, но методика интегрирования экспериментальной кривой, как минимум, требует пояснения.

На стр. 74 диссертации автор откровенно путает прочность при изгибе и при сдвиге, притом, что прочности при сдвиге он не измеряет.

Что касается Таблицы 17, то ее происхождение неизвестно, так как методы получения свойств на лопатках автором нигде не описаны. Откуда автор взял в Таблице 17 коэффициент Пуассона, модуль сдвига в межслоевой плоскости при 4-точечном несимметричном изгибе и модуль сдвига в плоскости армирования, предел прочности на межслоевой сдвиг методом 4-точечного несимметричного изгиба остается непонятным, так как во второй главе работы об этом ничего не сказано.

Глава 5. «Моделирование зависимостей физико-механических свойств изделий из ПКМ от параметров процесса получения преформы» вообще слабо связана с работой и похоже, добавлена чисто для объема в лаконичную диссертацию (23 страницы Главы 5 из 108 страниц). Откуда взялись значения, входящие в установленное для расчета σ выражение и кто их получил экспериментально: $E_{0;90}=30$ МПа, $E_{-45;+45}=53$ МПа, $E=95$ ГПа, $d=0,25$ мм, $u_{fr}=3,7$ мм, $\epsilon_s=-0,01$, в работе не написано.

Глава 6, безусловно, интересна, и могла бы сгладить недостатки работы, но без сравнения с непрошитыми изделиями теряет смысл, а исследование в вакуумной камере при повышенной температуре требует пояснения, каким образом это сделано. Безусловно, разгонные испытания лопаток необходимы, но по смыслу работы исследуются лопатки компрессора!!! То есть, деталь подвержена значительным аэродинамическим нагрузкам, в том числе изгибу в поперечном направлении, о чем в работе Орлова М.А. ничего не сказано.

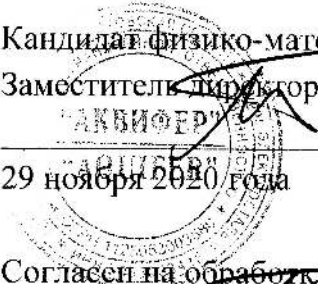
О небрежном оформлении текста диссертации свидетельствует отсутствие нумерации формул, что осложняет анализ работы. То же можно сказать и про неправильный адрес ООО «Термотекс» и переезд компании Zwick в Швейцарию в основном тексте диссертации.

Впечатляет следующая ссылка № 96: Торнопольский Ю.М., Жигун И.Г., Поляков В.А. Пространственно-армированные композиционные материалы: Справочник, М.: Машиностроение, 1987. – 224 с. Интернет легко позволяет проверить фамилию известного специалиста в области исследований композитов.

С удивлением увидел в списке литературы две моих статьи в соавторстве с диссертантом, и вынужден отметить, что хоть я и был инициатором работы по прошивке, но в упомянутых статьях идет речь о других арамидных нитях: «Армос» 60 текс (ООО «Лирсот») и «Армалон» 8 текс (ООО «Тема-М») и исследуется полноценное

3-д армирование углепластиков, причем корректными методиками: сжатие с боковым поджатием (ГОСТ 25.602–80) и изгиб короткой балки (ГОСТ 32659-2014), но в тексте диссертации эти публикации упомянуты, весьма своеобразно: «Кроме этого, введение нитей в третьем направлении с помощью прошивки сухих преформ (объединение слоев в поперечном направлении) повышает сдвиговую прочность, что доказано в ранее проводимых автором исследованиях [84, 85].». И хотя в этих работах по 3-д армированию действительно повышалась прочность при сдвиге до 34,5%, больше нигде в тексте диссертации Орлова М.А. нет никаких подтверждений, что исследуемая им «нашивка» арамидными нитями «Русар-С» (29,4 текса) повышает прочность при сдвиге на 20-30%.

По актуальности выполненных исследований, новизне, научной и практической ценности полученных результатов, предъявляемым к кандидатским диссертациям (пункты 9-11, 13, 14) "Положению о присуждении ученых степеней", утвержденному постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24 сентября 2013 г. соискатель не заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по Специальности: 05.16.06 – Порошковая металлургия и композиционные материалы

Кандидат физико-математических наук,
Заместитель директора ООО «Аквифер»
 Михеев Петр Викторович
29 ноября 2020 года

Согласен на обработку персональных данных
Михеев Петр Викторович
« 29 / 11 » 2020 г.

Сведения об авторе отзыва:
Михеев Петр Викторович, кандидат физико-математических наук
01.04.19 - физика и механика полимеров, Защита 01 марта 1988 г. (МФТИ)
«Механизмы разрушения однонаправленных волокнистых полимерных композитов».
Адрес места работы : ООО «Аквифер», ИНН/КПП5053033418/505301001
Юридический адрес: 144000, г. Электросталь, ул. Спортивная, д.24,
тсл. 8 (926) 025-37-75
e-mail – peter.mikheev@aquifer.ru