

Отзыв
официального оппонента
на диссертацию Аунга Тху Хана «Анализ дефектов в изделиях из
полимерных материалов и восстановление их несущей способности методом
сварки» на соискание ученой степени кандидата технических наук
по специальности 05.17.06 «Технология переработки полимеров и
композитов»

Диссертация включает в себя введение, четыре главы и общие выводы, изложена на 169 с текста и 31 с. приложения, содержит 31 рисунок и 24 таблицы. Списки литературы приведены в конце каждой из глав.

Если давать общую оценку построения работы, то можно отметить, что в каждой главе приводится анализ проблем образования и залечивания дефектов в изделиях из полимерных материалов (ПМ). Можно согласиться с обоснованием актуальности работы, которое автор сделал во введении, и с формулировкой цели и задач исследования, которые логично вытекли из анализа проблем ремонта изделий из ПМ, выполненному в первой главе диссертации. Ограничение материальными ресурсами, постоянный рост их стоимости делает весьма актуальными исследования по увеличению срока службы изделий из ПМ и в первую очередь из композитов, в том числе благодаря проведению их ремонта.

Для отражения состояния вопроса автором проработано большое число публикаций. Оригинальным можно признать само изложение главы, в ней приводятся новые классификации и методология решения проблем ремонта, заключающаяся в совместной работе конструктора изделия, технолога по соединениям и материаловеда широкого профиля. Успешному решению указанных проблем способствует развитие технологии соединений композитов. Лучше всего освоила ремонт авиационная отрасль. К изучению проблем ремонта ПМ и некоторых видов композитов все в большей мере подключается автомобильная отрасль. Много делается в области ремонта трубопроводов различного назначения в нефтехимической отрасли, в строительстве и т.д. Но с таким обширным и глубоким анализом проблем ремонта изделий из ПМ и из других материалов с применением ПМ читателю приходится встречаться впервые. Научная новизна материала главы 1 несомненна.

В главе 1 сделан вывод, что успешное решение задач восстановления несущей способности поврежденной или дефектной детали требует учета специфических свойств ПМ. Анализ этих свойств выделен в отдельную главу 2.

В главе 2 отражены свойства ПМ в том числе и композитов, которые влияют на их повреждаемость, на поведение в процессе ремонта и на

возможность восстанавливать несущую способность изделий. Выполненный анализ указанных свойств обладает новизной и показывает, что автор хорошо образован в области полимерного материаловедения. Основное внимание Аунг Тху Хан уделил свойствам, которые влияют на выполнение ремонта с применением склеивания и сварки. В целом показано, что для успешного восстановления несущей способности дефектной детали необходимо учитывать весь комплекс физических и химических свойств ремонтируемого ПМ, а также ремонтного материала..

В этой же главе Аунг Тху Хан кратко коснулся экспериментальной оценки чувствительности ПМ к концентраторам напряжений, влияющей на напряженное состояние в зоне дефектов в деталях из термопластов, подвергнутых экструзионной сварке. Однако описывать подробности этого эксперимента автор счел излишним.

Автор ответил на решаемые в диссертации проблемы ремонтной сварки дефектных изделий из ПМ пытался найти в технологии сварки этих изделий. В связи с этим им проведен анализ методов обнаружения дефектов сварных соединений ПМ и поиск способов их устранения. Анализ указанных дефектов посвящен значительный объем главы 3. Имеющихся литературных данных уже достаточно для такого анализа. Он касается типовых дефектов сварных соединений гомогенных ПМ, изготовленных наиболее широко применяемыми на практике тепловыми методами. Вначале заключительного раздела главы 3 провел с позиций полимерного материаловедения анализ свариваемости ТКМ и дал оценку возможности появления дефектов сварных соединений. При этом в своем исследовании диссертант охватил важнейшие виды сварки, используемые по отношению к ТКМ. Этим самым он продемонстрировал хорошее знание технологии сварки ПМ. Обоснованно сделан вывод, что получение бездефектного шва при использовании режимов сварки, найденных при исследовании сварки ненаполненных термопластов, невозможно. Аунг Тху Хан сделал вывод по разделу 3.3, что изучение свариваемости ТКМ и возникновения дефектов в сварных соединениях не дошло до уровня разработки рекомендаций по их устранению и что среди технологий ремонта изделий из ПМ менее всего изученной является ремонтная сварка, с чем можно полностью согласиться.

Автор дает правильное объяснение состояния дел с ремонтной сваркой ПМ в самом начале главы 4, которая посвящена экспериментальному ее изучению и являющаяся одной из важнейших частей диссертации.

Этому изучению предшествовала разработка метода ремонтной сварки. Для оценки возможности ремонта с применением сварки выбрал один из наиболее широко используемых в самолетостроении элементов – обшивку, в

частности листовой стеклопластик марки КТМС-1П на основе стеклоткани Т-15(П)-76 и полисульфона марки ПСФ-150. При попытке осуществить ремонтную сварку нагретым инструментом не удастся сохранить исходные свойства изделия из ТКМ. Это связано с тем, что при осуществлении такой сварки происходит сильное деформирование волокнистой структуры ТКМ в зоне шва. Без ограничения такого деформирования ТКМ в зоне шва сохранить структуру материала, а вместе с этим и обеспечить высокую прочность соединения не представляется возможным. Автор провел серию опытов по ограничению деформирования ТКМ методом, основанном на применении ограничителя осадки. При этом достигли высоких показателей прочности соединения. Однако использовать такую технологию в условиях ремонта при одностороннем доступе к изделию представляется невозможной из-за сложности технического оснащения. Автор пришел к выводу, что более просто и экономично выполнять ремонтную сварку растворителем. Можно согласиться с автором, что данные по ремонтной сварке растворителем позволяют сделать выводы об эффективности вообще ремонтной сварки при восстановлении несущей способности дефектных деталей из ТКМ на основе имеющих растворители матриц и различных волокнистых наполнителей.

Научная новизна в этой части работы Аунга Тху Хана заключается в создании физической модели сварки растворителем, позволяющей расширить представления о сварке ПМ. Исследования в диссертации касались выбора растворителя и состава присадочного материала, определения режимов сварки, оценки прочности сварных соединений и разработки рекомендаций по переходу к восстановлению несущей способности дефектных изделий. Автор показал умение проводить исследования в области сварки ПМ. Его действия были последовательными и логичными с учетом специфики предмета исследования. Для выполнения сварки выбрана лаковая композиция с оптимальным содержанием полисульфона в хлороформовом растворе 23 масс. %.

Научную новизну с точки зрения конструирования сварных соединений ПМ представляют данные по управлению их прочностью путем регулирования их геометрии. В работе исследовали влияние длины перекрытия на прочность нахлесточного соединения, изготовленного сваркой растворителем, и присоединения дополнительных накладок на сварной шов Т-образных и нахлесточных соединений ТКМ. Характер зависимости прочности при сдвиге от длины перекрытия в нахлесточном соединении указывает на такой же характер распределения касательных напряжений, как и в клеевом соединении, т.е. на концентрацию напряжений по краям перекрытия. Показано, что, увеличивая накладкой толщину в зоне Т-образного шва и сохраняя толщину детали, можно повысить прочность соединения при расслаивании до 5 раз.

Важной проблемой в сварке ПМ является оценка влияния режимов и условий сварки на структуру и свойства материала шва в зоне ремонта. Эту

оценку диссертант провел достаточно простым пока еще не взятым на вооружение сварщиками ПМ методом, основанном на испытании образцов так называемого параллельного соединения. Автор показал, что существующая методика может быть распространена и на соединения, изготовленные сваркой растворителем.

Возможность восстановления несущей способности дефектных изделий присоединением компенсирующих дефектность накладок исследована на модельных образцах с двумя видами наиболее опасных дефектов: боковая прорезь или отверстие. Были применены два варианта накладок: прямоугольного сечения из готового стеклотекстолита и сегментообразной формы. Вторые приваривались вместе с их формированием диффузионным соединением из приформовываемых слоев препрега. Образцы с приваренными накладками испытывали при растяжении. Их прочность сравнивали с прочностью исходных образцов и образцов, имеющих указанные дефекты. Установлено, что применение усиливающих накладок позволяет восстанавливать его прочность до уровня, близкого к исходной прочности ремонтируемого ТКМ. Недостатком сварки растворителем является значительная продолжительность процесса достижения максимальной прочности соединения. Автор показал, что ускорить сварку можно применением дополнительного нагрева с помощью гибких термохимических элементов, удобных для ремонтных работ.

Кроме высказанных замечаний, считаю необходимым отметить следующее:

1. Автор провел прикидочные эксперименты по упрочнению сварных соединений введением нанонаполнителя монтмориллонита. Эффект такого модифицирования обнаружен, но развития исследования не получил.

2. Хотя в объединяющей результаты исследования по восстановлению несущей способности таблице приведены сведения о количестве присоединяемых к зоне дефекта накладок, но целесообразнее, видимо, дать характеристику привеса.

3. В тексте есть смещения построчных ссылок на работы автора (см. с. 87, с. 96, с. 110, с. 134, с. 146). Для понимания рис. 4.3 не плохо бы дать пояснения показанного.

Сделанные замечания не снижают общую высокую оценку диссертационной работы Аунга Тху Хана. Некоторые из них можно рассматривать как пожелания по дальнейшему развитию исследований.

В целом, диссертационная работа Аунга Тху Хана носит законченный характер систематического исследования. Оригинальность работы, ее новизна, обоснованность выводов не вызывают сомнения.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации. Результаты исследований доступны для научной общественности. Они доложены на всероссийских и международных конференциях. Из 10 публикаций 2 отнесены к изданиям, рекомендуемым ВАК РФ.

«Акт использования результатов диссертационной работы» доказывает ее практическую значимость. Для производства интерес представляют и ремонтный материал в виде стекловолоконистого препрега, содержащего растворитель ремонтируемого материала и накладываемого в зону дефекта, и доступная технология, и данные по анализу материаловедческих факторов, влияющих на ремонтпригодность ПМ.

Можно считать, что цель диссертационной работы достигнута, поставленные задачи решены. Полученным данным по результатам анализов литературных данных в научных изданиях и результатам экспериментов можно доверять, поскольку они получены с использованием известных в технологии сварки современных методик.

Работа отвечает требованиям ВАК РФ, предъявляемым к кандидатским диссертациям (п. 9. «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Правительством РФ от 24 сентября 2013 г. № 842) и соответствует паспорту специальности 05.17.06 – Технология переработки полимеров и композитов в части исследование процессов последующей обработки полимеров и композитов и их эксплуатации. Диссертант сложился как специалист в области технологии переработки полимерных материалов с использованием сварки.

Результаты исследований диссертанта освещены в доступных для научной общественности изданиях, докладывались на конференциях, в том числе международных. Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Аунг Тху Хан заслуживает присвоения ученой степени **кандидата технических наук** по специальности 05.17.06 – Технология переработки полимеров и композитов.

Ф.И.О. составителя:

Почтовый адрес:

Телефон:

Адрес электронной почты:

Должность:

Бейдер Эдуард Яковлевич

105005 г. Москва, ул. Радио,
д. 17.

+7499 2638613

petrovagn@viam.ru

И.о. ведущего научного сотрудника
ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ

Канд. техн. наук



Бейдер Э.Я.

Подпись и.о. вед. научн. сотр., к.т.н. Байдера Э.Я. заверяю: Ученый секретарь
диссертационного Совета ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ Шишимиров М.В.

