



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное
бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«Брянский государственный
технический университет»
(БГТУ)**

Бульвар 50 лет Октября, 7, Брянск, 241035

Тел./факс: (4832) 56-09-05 / 56-29-39

E-mail: rector@tu-bryansk.ru

14.10.25 № 64-19-14-56

На № _____ от _____

ФГБОУ ВО «Комсомольский-на
Амуре государственный
университет»

Ученому секретарю
диссертационного совета 24.2.316.02
Потянихину Д.А.

681013, Россия, Хабаровский край, г.
Комсомольск-на-Амуре, проспект
Ленина, д.27

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации Бахматова Павла Вячеславовича
**«НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ,
ПОВЫШАЮЩИХ КАЧЕСТВО ИЗГОТОВЛЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ
ТОНКОСТЕННЫХ ТИТАНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ»**, представленной
на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности
2.5.13 - Проектирование, конструкция, производство, испытания и
эксплуатация летательных аппаратов (технические науки)

Работа Павла Вячеславовича Бахматова посвящена одной из наиболее
сложных и актуальных проблем современного авиационного
материаловедения – повышению качества и технологичности изготовления
сварных тонкостенных конструкций из титановых сплавов. Тема полностью
соответствует приоритетным направлениям развития авиационно-
космической промышленности Российской Федерации и мировым
тенденциям, связанным с обеспечением надёжности и ресурса изделий из
труднообрабатываемых материалов.

Современное авиастроение предъявляет исключительно жёсткие
требования к весовым и прочностным характеристикам несущих элементов
летательных аппаратов. При этом именно титановые сплавы занимают
ключевые позиции в конструкциях силовых элементов фюзеляжа,
центроплана, баков, воздухозаборников и других узлов, где необходима
комбинация малой плотности, высокой удельной прочности, коррозионной
стойкости и стабильности свойств при эксплуатации изделий. Однако низкая
теплопроводность и химическая активность титана создают серьёзные
технологические трудности при сварке тонкостенных панелей, вызывая
порообразование, остаточные напряжения, коробление и неоднородность
свойств металла шва.

В этих условиях задача комплексного совершенствования
технологических процессов, от подготовки кромок до управления
термическим циклом сварки, приобретает стратегическое значение для
повышения надёжности авиационных конструкций и снижения
себестоимости производства.

Автореферат демонстрирует, что поставленные в работе цели и задачи непосредственно ориентированы на решение именно этой проблемы и обладают безусловной практической значимостью для отечественного авиапрома.

Автором установлен принципиально новый подход к оценке качества подготовленных кромок соединяемых заготовок из титановых сплавов. Введён и обоснован новый критерий, такой как «насыщенность поверхности капиллярно-конденсированными загрязнениями», количественно определяемый по содержанию водорода. Этот критерий позволяет прогнозировать склонность к порообразованию в сварных швах и объективно оценивать эффективность различных методов подготовки поверхности механических, физико-химических и высокоэнергетических.

Выявлена зависимость дефектности сварных соединений от технологических параметров операций раскроя, травления, электроэрозионной и лазерной обработки, что позволило предложить рациональные сочетания процессов, обеспечивающих нулевой уровень дефектности при сварке.

Существенно развиты представления о механизме порообразования в металле шва титана: показано, что источником газовых включений являются диффузионно-замкнутые полости перед фронтом расплавленной ванны, заполненные капиллярно-конденсированными загрязнениями. Установлена роль кратковременного твердофазного контакта кромок и микродефектов при переходе к стадии плавления.

Особо значимы результаты по обоснованию режимов термического цикла сварки (ТЦС), обеспечивающих идентичность свойств сварных соединений свойствам основного металла. Автором определены диапазоны скоростей охлаждения для листов различной толщины (650-750 °C/с для 1,2 мм; 550-600 °C/с для 2,0 мм; 150-175 °C/с для 2,5 мм), что даёт возможность управлять структурными превращениями в околошовной зоне и достигать равнопрочности материала.

Кроме того, научно обоснованы температурно-временные параметры сохранения защитных свойств оксидных плёнок при низкотемпературной термообработке в воздушной среде. Установлена возможность применения высокоскоростного отжига для снятия внутренних напряжений и снижения коробления крупногабаритных тонкостенных панелей.

Совокупность полученных результатов имеет характер законченной научной концепции и свидетельствует о значительном вкладе автора в развитие теории и технологии сварки титановых сплавов.

Разработанные в диссертации технологические процессы нашли производственное подтверждение и внедрены при изготовлении сварных титановых панелей летательных аппаратов на предприятиях авиационной промышленности. Предложенные методы подготовки кромок в частности, газолазерный раскрой в среде азота и аргона, а также комбинированные схемы раскроя – обеспечивают гарантированное исключение пористости и повторяемость качества швов при полном сохранении геометрической точности изделий.

Технологический процесс термообработки в воздушной среде с последующим пескоструйным упрочнением позволил увеличить

усталостную прочность сварных конструкций вдвое, что имеет исключительно важное значение для ресурса центропланов и хвостовых элементов фюзеляжа.

Предложенные подходы к автоматизации сварки (на установке УСП-5000) обеспечивают повышение степени технологичности изделий и исключают влияние человеческого фактора.

Экономический эффект выражается в сокращении цикла изготовления, снижении трудоёмкости исправления дефектов и расхода электроэнергии, что подтверждает высокий уровень практических полученных научных результатов.

Комплекс исследований выполнен на высоком методическом уровне с использованием сертифицированного оборудования и современных методов спектрального анализа, рентгеноструктурных и микроструктурных исследований, электронно-оптических наблюдений, испытаний на статическую и усталостную прочность. Использование разработанной автором методики изучения твердофазного соединения перед фронтом расплавленной ванны позволило получить прямые экспериментальные доказательства механизмов дефектообразования.

Достоверность выводов подтверждена воспроизводимостью результатов, их соответствием известным теоретическим положениям и положительным опытом производственной апробации. Научные положения защищены патентами и опубликованы в рецензируемых журналах, что полностью соответствует требованиям к докторским диссертациям по техническим наукам.

Диссертационная работа отличается логической завершённостью, строгой структурой и высоким уровнем аналитической проработки. В ней прослеживается последовательный переход от анализа состояния проблемы к выявлению закономерностей, обоснованию критериев и практической реализации разработанных решений.

Автор демонстрирует глубокие знания в области сварочных технологий, материаловедения, термических процессов и конструкции авиационных панелей, умело сочетает теоретические и экспериментальные методы.

Апробация результатов на многочисленных международных и всероссийских конференциях, а также публикационная активность автора (42 работы, в том числе 13 статей в рецензируемых журналах и 2 патента) подтверждают высокую степень внедрённости и признания полученных научных результатов в профессиональном сообществе.

Автореферат П.В. Бахматова отражает крупное самостоятельное научное исследование, содержащее совокупность новых теоретических и прикладных положений, решающих важную народно-хозяйственную задачу - повышение качества и надёжности авиационных сварных титановых конструкций. Диссертация отличается глубиной анализа, научной обоснованностью выводов, экспериментальной достоверностью и высоким уровнем инженерной проработки.

Результаты работы представляют значительный интерес для предприятий авиастроения, авиационных научно-исследовательских институтов, а также для высших учебных заведений, готовящих

специалистов в области сварочных и материаловедческих технологий. Научные и практические положения диссертации могут быть рекомендованы к использованию при разработке отраслевых нормативных документов и технологических регламентов сварки титановых сплавов.

При этом по автореферату имеются следующие замечания:

1. Не в полной мере раскрыта методика расчёта температурно-временных параметров термического цикла сварки.

2. В тексте встречаются единичные стилистические повторы и громоздкие синтаксические конструкции, которые можно упростить без потери научной строгости.

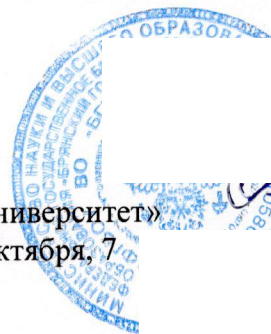
3. При изложении результатов по термическому циклу сварки желательно подчеркнуть физико-металлургические механизмы, определяющие оптимальные скорости охлаждения.

4. Иллюстративный материал (графики, фрактограммы, схемы) избыточен, но местами перегружен деталями, что затрудняет восприятие основных закономерностей.

Приведенные замечания не уменьшают научной и практической значимости работы и носят дискуссионный характер.

Автореферат и содержание диссертации П.В. Бахматова «Научное обоснование технологических процессов, повышающих качество изготовления авиационных тонкостенных титановых конструкций» полностью соответствуют требованиям пунктов 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842 (ред. от 16.10.2024 г.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора наук, автор работы Бахматов Павел Вячеславович заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.13 – «Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов».

Киричек Андрей Викторович
доктор технических наук (05.02.08), профессор,
проректор по перспективному развитию
ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет»
Адрес организации: 241035, г. Брянск, бульвар 50 лет Октября, 7
Телефон: +7 (4832) 51-51-38
Адрес электронной почты: avk@tu-bryansk.ru



Я, Киричек Андрей Викторович, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.