

ОТЗЫВ

официального оппонента, профессора, доктора технических наук Овчинникова Виктора Васильевича на диссертационную работу Бахматова Павла Вячеславовича на тему «Научное обоснование технологических процессов, повышающих качество изготовления авиационных тонкостенных титановых конструкций», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 2.5.13 - Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов

1. Актуальность темы диссертационной работы

Вопрос обеспечения надёжности сварных соединений титановых сплавов в конструкциях летательных аппаратов остаётся одним из устойчиво нерешённых на протяжении последних десятилетий. При всей изученности физико-химических свойств титана, его технологическая обработка - в частности, сварка - сопряжена с множеством факторов, вызывающих дефектообразование: от неустойчивого поведения сварочной ванны до остаточных напряжений и межфазных превращений.

Особенно сложной является задача получения беспористых сварных соединений в тонкостенных элементах авиационных конструкций, где отклонения в параметрах подготовки, атмосфере сварки или тепловом цикле приводят к непредсказуемым результатам. При этом стандартные методы контроля, основанные на визуально-рентгенографических критериях, не позволяют достоверно прогнозировать появление внутренних дефектов, таких как микропоры, влияющие на усталостную прочность.

На данном фоне очевидна актуальность системного исследования, направленного не только на описательную диагностику дефектов, но и на установление первопричин их возникновения и способов их технологического предупреждения. В этом контексте работа П.В. Бахматова затрагивает важнейший аспект: создание физически обоснованной концепции порообразования и практической методологии его исключения в условиях серийного производства авиационных конструкций.

Следует подчеркнуть, что тема диссертации укладывается в приоритетное направление развития современной авиационной науки - обеспечение эксплуатационной надёжности изделий на стадии формирования сварных соединений, а не на стадии выявления их отказов. Подобный переход от реактивного к превентивному подходу представляет собой качественный шаг в сторону зрелости отечественной технологии сварки.

Таким образом, актуальность темы обусловлена как физической сложностью задачи, так и практической неустранимостью проблемы в рамках существующих подходов, что и предопределяет научную значимость предпринятого исследования.

2. Краткий обзор содержания работы

Диссертация П.В. Бахматова имеет чёткую и логически последовательную структуру, соответствующую задачам научного исследования докторского уровня.

ня. Работа состоит из введения, шести глав основного содержания, заключения, приложений и библиографического списка.

Во введении автор обоснованно формулирует цель и задачи исследования, определяет область научного поиска и указывает на противоречие между высокими требованиями к сварным соединениям титановых конструкций и недостаточной эффективностью существующих технологий их получения.

В первой главе даётся обстоятельный обзор научной и нормативной литературы по теме, выявляются пробелы в существующих подходах к предотвращению пористости и остаточных напряжений при сварке.

Вторая и третья главы содержат экспериментальные исследования по влиянию подготовки поверхностей на структуру и дефектность шва. Введён оригинальный количественный параметр — насыщенность поверхности водородом — как потенциальный критерий оценки технологической готовности.

В четвёртой главе рассмотрены термические аспекты сварочного процесса, установлены режимы, обеспечивающие равнопрочность и минимальные напряжения.

Пятая глава посвящена деформационным и остаточным явлениям, предложены методы их снижения, включая практическую реализацию низкотемпературного отжига.

Шестая глава демонстрирует эксплуатационные характеристики соединений. Полученные данные по усталостной прочности и долговечности подтверждают эффективность предложенных мер.

В заключении сформулированы основные выводы, отражающие как научный вклад, так и прикладную значимость работы.

В целом, структура работы выдержана, объём достаточен, последовательность изложения логична. Каждый раздел логически связан с предыдущим и в совокупности формирует целостную научную концепцию.

3. Научная новизна и основные результаты исследования

Научная значимость диссертации П.В. Бахматова заключается в установлении физико-химических причин порообразования при сварке титановых сплавов и в формализации условий, при которых дефекты могут быть системно предотвращены. Предложенный подход основан не на эмпирической настройке параметров, а на обосновании механизмов переноса загрязнений и формирования пор, что позволяет перейти от постфактум контроля к инженерному управлению процессом.

Введённый количественный критерий — показатель насыщенности соединяемых поверхностей водородом — представляет собой новое решение для диагностики технологической готовности заготовок. Это позволяет перейти от визуальных методов оценки к объективным численным критериям, пригодным для промышленного применения.

Прикладная ценность работы подтверждается тем, что предложенные технологии:

- адаптированы к действующим производственным условиям,
- апробированы на серийном предприятии (КнААЗ),

- сопровождаются внедрёнными рекомендациями по подготовке, сварке и термообработке,
- ведут к снижению количества дефектов и повышению усталостной прочности сварных швов.

Таким образом, совокупность полученных научных и прикладных результатов позволяет расценивать работу как вклад в развитие научных основ технологии сварки титановых конструкций авиационного назначения, с доказанной эффективностью на практике.

4. Достоверность и обоснованность результатов и выводов диссертации

Достоверность полученных в работе результатов обеспечивается комплексным использованием современных методов экспериментального анализа и строгой логикой научного изложения. Автор последовательно выстраивает причинно-следственные связи между выбором технологических параметров, подготовкой поверхности, режимами сварки и характеристиками сварных соединений.

Применённые методы исследования включают:

- рентгенографический контроль сварных швов,
- металлографию,
- анализ остаточных напряжений,
- механические испытания на прочность и усталость,
- термическое моделирование и воспроизведение сварки в условиях, приближённых к производственным.

Важно отметить, что большая часть результатов подтверждена на промышленных образцах, а не только в лабораторных условиях, что придаёт дополнительную весомость выводам. Уровень детализации экспериментальной базы достаточен для оценки надёжности полученных закономерностей.

Выводы, сформулированные в диссертации, логично следуют из представленных данных и не выходят за пределы области применимости, что свидетельствует о корректности научного подхода. Использование независимых методов подтверждения (структурный, механический, визуальный контроль) усиливает доверие к результатам.

Таким образом, диссертация П.В. Бахматова отвечает требованиям научной обоснованности, воспроизводимости и инженерной применимости, что является необходимым условием для исследований, претендующих на степень доктора технических наук.

5. Практическая значимость работы

Практическая значимость диссертационного исследования определяется тем, что разработанные технологические решения позволяют существенно повысить качество сварных соединений титановых конструкций в авиационном производстве. Предложенные меры обеспечивают снижение пористости, достижение равнопрочности, снижение остаточных напряжений и повышение усталостной прочности.

Отдельного внимания заслуживает внедрение критериев подготовки поверхности, адаптированных под условия серийного производства, а также исполь-

зование термической обработки, выполнимой без инертной среды, что упрощает технологический процесс.

Полученные результаты апробированы в производственной среде, внедрены на предприятии авиационной отрасли и подтверждены соответствующими актами. Это свидетельствует о высокой степени готовности работы к инженерному применению и её ценности для авиационной промышленности.

6. Замечания по работе

Несмотря на в целом высокое качество выполненного исследования, в работе имеются отдельные положения, требующие уточнения или развития.

1. Не раскрыт вопрос контроля уровня водородной насыщенности в реальном производственном цикле. Несмотря на оригинальность предложенного критерия, в диссертации не рассмотрены вопросы его метрологического обеспечения, допустимых допусков, а также способов оперативного контроля на входе и при межоперационном хранении заготовок.

2. Отсутствует связь между технологическими параметрами и экономической эффективностью. Предлагаемые решения безусловно повышают качество, однако не представлены расчёты технологической себестоимости, времени выполнения операций и потенциальной производственной отдачи, что важно для оценки целесообразности внедрения в серийное производство.

3. Не рассмотрены конструктивные ограничения. В работе мало внимания уделено влиянию геометрии и пространственной ориентации сварных соединений на реализацию предложенных подходов. Между тем, сварка в труднодоступных или замкнутых сечениях требует специфических технологических решений.

4. Слабая увязка с проектной документацией. В диссертации не проанализированы действующие КД/ТД на панели и узлы, на которых проводилось внедрение. Отсутствие этого анализа затрудняет понимание того, насколько глубоко изменения внедряются в техническую и нормативную структуру производства.

5. Невысокая степень статистической обработки данных. Представленные экспериментальные результаты убедительны, однако статистическая обработка сведена к минимуму. При работе с усталостной прочностью и пористостью желательно было бы показать доверительные интервалы, вариации и репрезентативность.

Указанные замечания не умаляют значимости диссертации и могут быть учтены в рамках дальнейшего развития темы, в том числе при подготовке монографических публикаций.

7. Заключение

Диссертационная работа Павла Вячеславовича Бахматова «Научное обоснование технологических процессов, повышающих качество изготовления авиационных тонкостенных титановых конструкций» представляет собой теоретически обоснованное и экспериментально подтверждённое исследование, направленное на решение актуальной научно-технической задачи в области технологии сварки

конструкций авиационного назначения.

Автором предложен научно обоснованный подход к диагностике и снижению дефектности сварных соединений титановых сплавов, основанный на контроле параметров подготовки, управлении термическими циклами и минимизации остаточных напряжений. Практическая реализация результатов в условиях действующего авиастроительного предприятия подтверждает их эффективность и применимость.

Полученные результаты обладают признаками научной новизны, инженерной реализуемости и промышленной значимости, что в совокупности соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям.

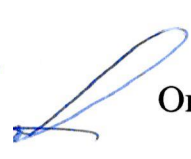
На основании проведённого анализа считаю, что диссертационная работа П.В. Бахматова соответствует требованиям Положения о присуждении учёных степеней, а её автор заслуживает присуждения учёной степени доктора технических наук по специальности 2.5.13 - Проектирование, конструкция, производство, испытания и эксплуатация летательных аппаратов.

Заведующий кафедрой «Материаловедение»,
ФГАОУ ВО «Московский политехнический
университет»,

доктор технических наук, профессор

тел.: +7(968)626-14-61

e-mail: vikov1956@mail.ru

Овчинников Виктор Васильевич

23.09.2025

Подпись Овчинникова В.В. удостоверяю:

ДЕЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬ
ПОГОРЕЛОВА А.В.



Адрес организации: 107023, г. Москва, ул. Большая Семёновская, 38

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Московский политехнический университет»

Телефон: +7 (495) 223-05-23;

Сайт организации: <https://mospolytech.ru>

E-mail: mospolytech@mospolytech.ru

Я, Овчинников Виктор Васильевич, согласен на включение своих персональных данных в аттестационные документы соискателя ученой степени доктора технических наук Бахматова Павла Вячеславовича и их дальнейшую обработку.