

Отзыв

официального оппонента

на диссертационную работу Проценко Евгения Олеговича

“ Закономерности структурно-фазовых превращений в сварных соединениях листов из алюминекальцевых сплавов “ представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17.- Материаловедение (Технические науки).

Актуальность темы. Широкое применение алюминиевых сплавов в изделиях авиационной и ракетно-космической техники показало их высокую работоспособность и практически незаменимость во многих случаях. Создание новых прогрессивных конструкций летательных аппаратов требует внедрения не только новых сплавов, но технологий их обработки и соединения. В настоящее время создано достаточно много сплавов как деформируемых, так и литейных. В целом ряде случаев требуется создание конструкций, в которых необходимо соединение деформируемых сплав с литейными. Однако в силу низких литейных свойств деформируемых сплавов такие соединения получать весьма затруднительно. При сварке плавлением разноименных алюминиевых сплавов в ванне происходит их перемешивание и возникает значительная макро- и микро-неоднородность структуры, приводящая к снижению механических свойств. Для реализации литодеформированных сварных конструкций созданы специальные алюминиевые сплавы системы Al–Ca. Эти сплавы с добавками цинка и магния показывают хорошую технологичность при литье под давлением и в кокиль. В литом состоянии временное сопротивление на разрыв у этих сплавов достигает 350 МПа, что соответствует уровню деформированных полуфабрикатов среднепрочных сплавов.

При этом в литом состоянии сплавы системы Al–Ca–Zn–Mg показали хорошую технологичность и при обработке давлением, в частности при горя-

чей и холодной прокатке. Однако, в настоящее время ещё не исследована в полной мере свариваемость этих новых сплавов, что затрудняет их широкое внедрение в авиационную промышленность. В связи с этим, тема диссертации, посвященная исследованию закономерностей структурно-фазовых превращений в швах при сварке методами плавления и перемешивания листов из алюминекальцевых сплавов является весьма актуальной.

Научная новизна работы в значительной степени связана с выявлением механизмов повышения трещиностойкости при сварке плавлением за счёт формирования специфической структуры и образования новых фаз.

В частности установлено, что дополнительное легирования сплава $\text{Al}-1\text{Ca}-5,5\text{Zn}-1,5\text{Mg}-0,5\text{Mn}$ скандием в количестве 0,11–0,15 мас.% и применение присадочной проволоки снижает коэффициент трещинообразования до уровня 2–5%.

Установлено, что при сварке плавлением в металле шва формируется литая мелкозернистая структура с отсутствием фаз грубой морфологии. Показано, что на это в значительной степени оказывает влияние наличие кальция, связывающего железо и кремний в тройные соединения типа $\text{Al}_{10}\text{CaFe}_2$ и Al_2CaSi_2 .

Доказано, что в процессе отжига сварных соединений после сварки при температуре 350–400 °С в течение 2 часов образуются упрочняющие наночастицы фазы $\text{Al}_3(\text{Zr},\text{Sc})$ структурного типа L12, средний размер которых, составляет порядка 20 нм, за счет чего временное сопротивление сварных соединений повышается на 12–15%.

Кроме того, работа имеет существенную практическую значимость, которая заключается в разработке технологических рекомендации по дуговой, лазерной и сварке с перемешиванием листов сплава $\text{Al}-1\text{Ca}-5,5\text{Zn}-1,5\text{Mg}-0,5\text{Mn}$.

Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждена большим объёмом выполненных экспериментов, полученных на современном оборудовании с использованием лицензионного программного обес-

печения. Стандартные испытания и исследования проведены в соответствии с требованиями научно-технической документации, действующей на территории Российской Федерации (ГОСТ и ISO). Сформулированные в диссертации научные положения, выводы и рекомендации подтверждены теоретическими решениями и экспериментальными данными.

Результаты работы достаточно полно отражены в 6 публикация в ведущих рецензированных отечественных и зарубежных журналах входящих в перечень ВАК. Кроме того, материалы исследований доложены на международных и отраслевых конференциях.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы в авиационной, ракетно-космической и судостроительной промышленности.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации.

Замечания по работе.

1. На графиках, приведенных в автореферате и диссертации, отсутствуют доверительные интервалы, а в таблицах сведения по разбросу значений свойств.
2. В диссертации не уделено достаточного внимания анализу влияния примесных элементов (например, железа, кремния), присутствующих в алюминиево-кальциевых сплавах, на формирование структуры и механические свойства сварных соединений.
3. В описании режимов сварки (например, СТП, лазерной сварки) не всегда представлены все необходимые технические параметры (например, тип и геометрия рабочего инструмента СТП, конкретные параметры фокусировки и скорости сканирования лазера), что затрудняет воспроизводимость экспериментов и их масштабирование.
4. В 4 главе диссертации, на рисунке 4.8 не хватает упоминания используемого метода исследования.
5. Было бы ценно рассмотреть возможности прогнозирования долгосрочных эксплуатационных характеристик сварных соединений, таких как уста-

лостная прочность или ползучесть, основываясь на полученных структурных закономерностях.

Однако, сделанные замечания не снижают ценности и значимости работы.

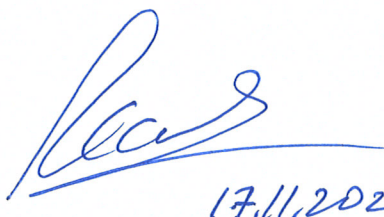
Заключение

По научному уровню, полученным результатам, содержанию и оформлению представленная диссертационная работа удовлетворяет всем требованиям п.п. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденном Постановлением правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, а ее автор Проценко Евгений Олегович заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17 – Материаловедение (технические науки).

Официальный оппонент

доктор технических наук,

профессор



Шиганов Игорь Николаевич

17.11.2025

Адрес организации: 105005, г. Москва, улица 2-я Бауманская, д. 5, к. 1

Наименование организации: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет)»

Электронный адрес: inshig@bmstu.ru

Телефон: 8 (910) 413-30-46

Подпись Шиганова Игоря Николаевича удостоверяю.



«ВЕРНО»
НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА
ШИГАНОВА ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ
ОТДЕЛ ПО ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ
ЕДИННОЙ ПРИЕМНОЙ УКСИ
МГТУ ИМЕНИ Н.Э. БАУМАНА