

## ОТЗЫВ

научного руководителя, д.т.н., профессора Овчинникова Виктора Васильевича о диссертационной работе Растопчина Руслана Николаевича «Влияние легирования присадочной проволоки скандием на структуру и свойства соединений сплава 1565чМ, выполненных плазменной сваркой», представленной на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки)

Диссертационная работа Растопчина Р.Н. посвящена решению актуальной задачи – исследованию свойств и структуры сварных соединений листов сплава 1565чМ при плазменной сварке и определению рационального состава присадочной проволоки.

В качестве объекта исследования были выбраны образцы, вырезанных из листового полуфабриката алюминиевого сплава 1565чМ толщиной 5–6 мм, применяемого для изготовления сварных конструкций автомобильных цистерн для перевозки светлых топлив и сухого цемента.

В ходе теоретических и экспериментальных исследований соискателем проведено изучение содержания скандия в присадочной проволоке, обеспечивающие измельчение зерна в металле шва и повышение его деформационной способности при калибровке обечайки автоцистерны. Показано, что при скальпировании алюминиевой проволоки Св1575 в поверхностном слое формируются сжимающие напряжения и наблюдается упрочнение поверхностного слоя в целом. На поверхности проволоки Св1575 после скальпирования формируется слой со структурой, отличной от структуры глубинных слоев проволоки. Анализ содержания магния показал, что после скальпирования на поверхности проволоки формируется слой с обедненным содержанием магния (на уровне 2 масс. %) по сравнению с ее глубинными слоями.

На основе исследования химического состава и толщины. Показано, что после скальпирования на поверхности алюминиевой проволоки Св1575 формируется тонкий слой  $Al_2O_3$  с включениями MgO. Суммарная толщина этого слоя составила 0,005–0,014 мм. Можно сказать, что в этом случае оксидная пленка состоит практически из  $Al_2O_3$ .

Полученные Растопчиным Р.Н. экспериментальные результаты показали эффективность лазерной поверхностной очистки, при которой наблюдается существенное изменение цвета поверхности листа сплава 1565чМ с темно-серого (для исходного состояния) до светлого матово-серебристого после лазерной очистки. Лазерная зачистка снижает толщину оксидной пленки на сплаве 1565чМ с 345–415 мкм до 10–26 мкм. При этом оксидная пленка после обработки состоит из  $Al_2O_3 + MgO$ .

Сочетание процесса лазерной очистки поверхности свариваемых кромок сплава 1565чМ в сочетании с применением скальпирования поверхности присадочной проволоки при плазменной сварке с полым анодом позволили создать технологический процесс изготовления сварной конструкции без применения химических методов подготовки материалов к сварке. Это позволяет отказаться от наличия на производстве цехов химического травления алюминиевых заготовок и проволоки, а также при этом обеспечить получение бездефектных швов на алюминиевых сплавах в условиях ремонтных предприятий.

Установлено, что при сварке листов сплава 1565чМ плазменной струей обеспечивается коэффициент прочности сварных соединений на уровне 0,96...0,98 (321,6–

328,3 МПа). Разрушение всех образцов (с усилением и проплавом) при испытаниях на растяжение произошло по зоне сплавления.

Показано, что введение скандия в проволоках типа СвАМг4 и СвАМг63 сказывается на снижении горячеломкости швов при содержании в проволоке более 0,15 мас.%. по показателям временного сопротивления составляет 17–20% при температуре –196 °С. Металл, наплавленный проволокой марки Св1575, имеет временное сопротивление на 10–15%, а условный передел текучести на 25–30% выше, чем металл, наплавленный проволоками СвАМг5 и СвАМг63, в диапазоне температур 20...–196 °С.

Металлу шва, выполненному со сварочной проволокой марки Св1575, присуща литая мелкозернистая структура с равномерным распределением выделений упрочняющих фаз (типа  $Al_3Sc$ ), как по границам, так и внутри зерен, что предполагает возможность достижения более высоких прочностных свойств сварных соединений.

Разработан технологический процесс изготовления сварных цистерн бензовоза и цементовоза из листов алюминиевого сплава 1565чМ толщиной 6 мм. Основными новыми операциями технологического процесса являются плазменная сварка с полым анодом полотнища обечайки цистерны, лазерная зачистка свариваемых кромок листов перед сваркой и применение при сварке присадочной проволоки марки Св1575 легированной скандием.

Практическим результатом диссертационной работы Растопчина Р.Н. была замена сплава АМг5М (толщина 7 мм) сплавом 1565чМ (толщина 5,5 мм) позволит снизить массу цистерны цементовоза на 320 кг. Аналогичная замена сплавов при изготовлении цистерны бензовоза объемом 32,5 м<sup>3</sup> позволила снизить массу цистерны на 530 кг. За все время опытной эксплуатации в течение 4 лет экспериментальных цистерн бензовоза и цементовоза из сплава 1565чМ трещин в зоне сварных швов или нарушения их герметичности не установлено.

При выполнении диссертационной работы Растопчин Р.Н. проявил себя как грамотный специалист, способный решать комплексные аналитические и технологические проблемы материаловедческого характера применительно к процессам получения и диагностики структуры, свойств алюминиевых сплавов и их сварных соединений. Соискателем получен ряд значимых результатов, научная новизна, достоверность и объективность которых не вызывает сомнения. Разработанные технологии, технологические принципы и рекомендации востребованы современной промышленностью, о чём свидетельствуют прилагаемые акты опробования разработок.

Результаты, полученные в ходе диссертационных исследований Растопчиным Р.Н., используются в учебном процессе Московского политехнического университета, являясь составной частью оригинальных лекционных курсов для проведения практических и лабораторных занятий со студентами. Он активно консультирует выполнение студентами выпускных квалификационных работ, участвует в научных мероприятиях различного уровня.

В целом соискателем успешно решены поставленные перед ним задачи, в полной мере реализованы планы исследований, что очевидным образом отражает содержание автореферата и диссертационной работы.

Результаты работы достаточно полно опубликованы в 14 научных работах в рецензируемых научных журналах, сборниках и трудах конференций, из них 10 статей, входящих в перечень журналов из списка ВАК РФ, из них 2 статьи – в изданиях Scopus.

Считаю, что диссертация Растопчина Руслана Николаевича выполнена на актуальную тему, представляет собой законченную работу, обладающую несомненной научной новизной, практической значимостью и внутренней целостностью, удовлетворяет требованиям ВАК, а диссертант является сложившимся научным исследователем и заслуживает присуждения учёной степени кандидата технических наук по специальности 2.6.17. Материаловедение (технические науки).

Научный руководитель:  
доктор технических наук, профессор, заведующий  
кафедрой «Материаловедение» ФГАОУ ВО  
«Московский политехнический университет»,  
диссертация защищена по специальности 05.03.06 –  
Технологии и машины сварочного производства



26.03.2026г.

Овчинников  
Виктор Васильевич

107023 г. Москва, ул. Большая Семеновская, д. 38  
+7-962-967-5511  
e-mail: vikov1956@mail.ru

Подпись Овчинникова В.В. удостоверяю:

