

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТОНКОСТЕННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ РУЧНОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ

**Ю. П. Аганаев^{1, 2}, Б. Д. Лыгденов^{1, 3}, Н. Г. Бильтриков^{1, 2},
Д. Ж. Байдаев¹, Д. С. Фильчаков¹**

¹ Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления,
г. Улан-Удэ, Россия

² Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия

³ Уханьский текстильный университет, Ухань, Китай

На основе анализа качества тонкостенных сварных соединений из алюминиевых сплавов для некоторых деталей авиационной промышленности предложена высокоэффективная полуавтоматическая аргонодуговая сварка.

Ключевые слова: сварка, алюминиевый сплав, флюс, микроструктура

COMPARATIVE ANALYSIS OF THIN-WALLED WELDED COMPOUNDS OF ALUMINUM ALLOYS PERFORMING MANUAL AND SEMI-AUTOMATIC TIG WELDING

**Y. P. Aganaev^{1, 2}, B. D. Lygdenov^{1, 3}, N. G. Biltrikov^{1, 2},
D. Z. Baidaev¹, D. S. Philshakov¹**

¹ East Siberia state university of technology and management, Ulan-Ude, Russia

² Altai state technical university, Barnaul, Russia

³ Wuhan Textile University, Wuhan, China

Based on the analysis of thin walled welded joints of aluminum alloy for some parts of the aviation industry offered high-performance semi-automatic argon-arc welding.

Keywords: welding, aluminum alloy, flux, microstructure

Известно, что наиболее распространенным материалом, применяемым в аэрокосмической отрасли, является алюминий и его сплавы. В среднем алюминиевые сплавы составляют 60–70 % от общего веса изделия.

Для изготовления сварных конструкций разработаны свариваемые сплавы: АД, АД1, АМц, АМг, АМгЗ, АМг5В, АМг6, АВ, АД31, АД33, АД35, М40, Д20, ВАД1, АЦМ, В92Ц [1].

Малая плотность при сравнительно высокой прочности, хорошая обрабатываемость режущим инструментом, высокая коррозионная стойкость обуславливают их широкое применение в авиа- и судостроении, производстве химической аппаратуры, строительстве и др. отраслях.

Для изготовления сварных конструкций используют все известные способы механизированной и ручной дуговой сварки: с использованием флюсов – механизированная сварка по флюсу, под флюсом, ручная дуговая сварка покрытым металлическим электродом; в защитных газах – неплавящимся и плавящимся электродом, сварка свободной и сжатой дугой.

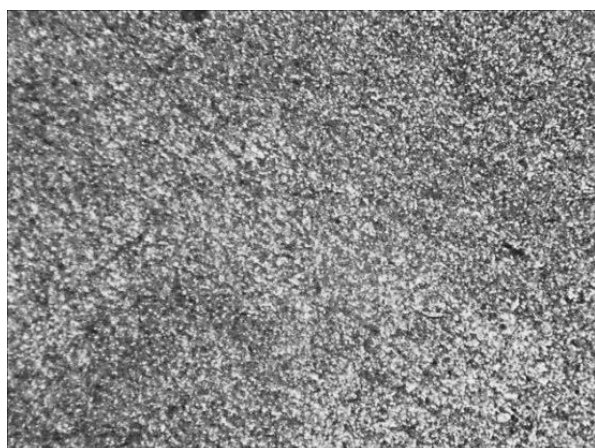
При выборе способа сварки учитывают требования к сварным соединениям, к внешнему виду сварного шва, допустимые деформации, производительность, универсальность способа, условия выполнения сварочных работ.

Ручную дуговую сварку покрытыми электродами применяют при изготовлении кон-

струкций из технического алюминия, сплавов АМц и АМг, содержащих до 5 % магния, а также силумина. Толщина свариваемого металла лимитируется диаметром электрода. Минимальный диаметр электрода обычно составляет 4 мм, что вызвано трудностями сварки электродами малого сечения вследствие высокой скорости их плавления. Алюминиевый электрод расплавляется в 2–3 раза быстрее стального. В связи с этим толщина свариваемого металла должна быть выше 4 мм.

Наиболее приемлемым типом сварного

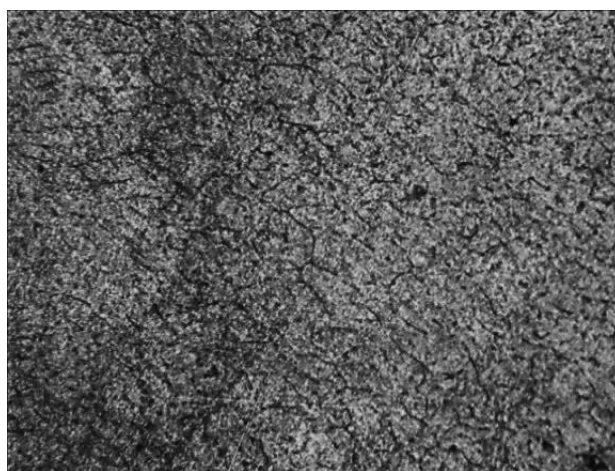
соединения для алюминия является стыковое. Соединений внахлестку и тавровых избегают, так как возможно затекание шлака в зазоры. Поэтому, этот метод сварки алюминия наиболее редко применяется в промышленности. Алюминий имеет значительно более высокую теплопроводность, чем сталь. Это приводит к тому, что шлак при ручной дуговой сварке не успевает, в ряде случаев, удаляться из расплавленного металла сварного соединения ввиду малого времени нахождения сварочной ванны в расплавленном состоянии и остается в соединении в виде дефектов.



а)



б)



в)

Рисунок 1 – Микроструктура зон сварного соединения полученных РАД: а) основной металл; б) зона сплавления сварного соединения; в) металл шва (x500)

Но, в ряде случаев, например сварка топливных баков, ввиду технологической сложности конструкции (отбортовка кромок), применяют ручную аргоно-дуговую сварку (РАД).

В этом случае, обеспечивается достаточно высокое качество сварного соединения, например, в сварных соединениях сплава

АМц макро- и микродефекты отсутствуют. Микроструктура в переходной зоне мелкая без значительного роста зерна (рисунок 1).

Современные условия развития авиастроения, высокая мировая конкуренция диктуют новые подходы к повышению качества продукции и производительности труда. В связи с этим необходимо, на основе инно-

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТОНКОСТЕННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ РУЧНОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ

вационного подхода пересмотреть устоявшиеся технологические операции.

Разработанная технологическая операция сварки авиационного топливного бака показывает пример такого подхода.

Сварочный шов, выполненный аппаратом импульсной полуавтоматической сварки в среде защитных газов PHOENIX 421 PULS forceArc.

Сварка осуществлялась согласно ГОСТ 14806-80 «Дуговая сварка алюминия и

алюминиевых сплавов в инертных газах, соединения сварные». Настоящий стандарт распространяется на сварные соединения из алюминия и алюминиевых сплавов при толщине кромок свариваемых деталей от 0,8 до 60,0 мм включительно, без отбортовки кромок, односторонний на остающейся подкладке. Применение остающейся подкладки, позволяет избежать нетехнологичного вида соединения (отбортовка кромок), при котором обечайки бака испытывают напряжения.

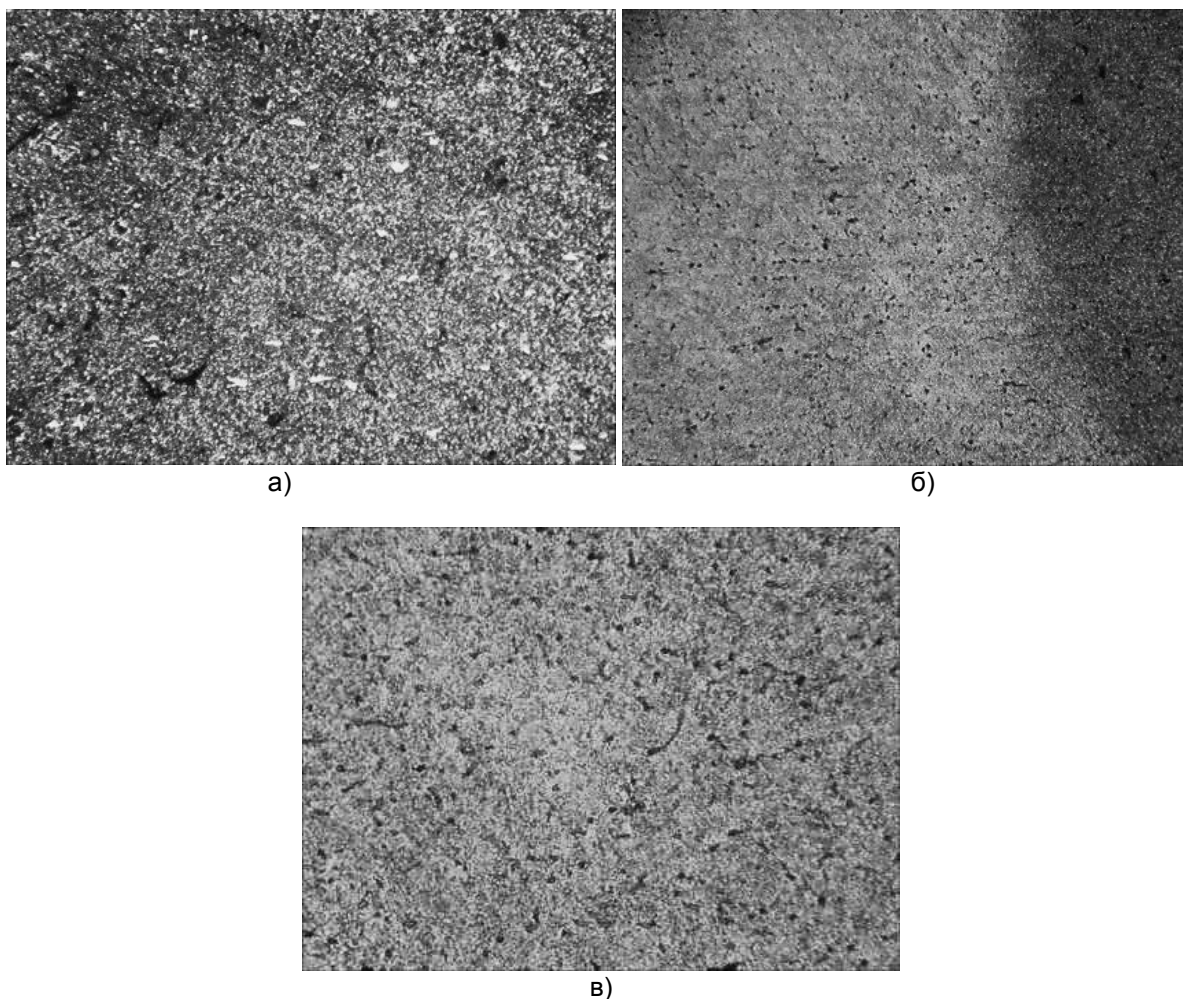


Рисунок 2 – Микроструктуры зон сварного соединения при использовании импульсной полуавтоматической сварки: а) основной металл; б) зона сплавления сварного соединения; в) металл шва (x500)

Сварка с подкладками имеет ряд преимуществ: работа ведётся лишь с одной наиболее удобной и доступной стороны шва, производительность сварки значительно возрастает, так как возможно применение полуавтоматической сварки. Сварщик, не опасаясь прожогов и налётов, работает на повышенных режимах и увеличенных скоростях сварки.

Оптимальные параметры режима свар-

ки: сварочный ток 35 А; сетевое напряжение 18 В; скорость сварки 55 – 60 см/мин; рабочее расстояние 100 мм.

Применение указанных параметров режима сварки полуавтоматом Phoenix-421 позволило получать сварные соединения с практически параллельными стенками и отсутствием дефектов в виде пор, трещин, неметаллических включений (рисунок 2).

Ранее оценивалось влияние структуры на свойства алюминиевых сплавов [2], что позволяет на основании данных металлографического анализа сделать предварительное заключение об идентичности свойств сварных соединений, выполненных ручной и полуавтоматической аргонодуговой сварке.

Испытания на статическое растяжение подтвердили одинаковую прочность сварных соединений. Статический изгиб определяет пластичность соединения по вели-

чине угла изгиба до образования первой трещины в растянутой зоне. Испытания на статический изгиб проводили на образцах с продольными и поперечными швами со снятым усилением шва заподлицо с основным металлом (рисунок 3). Испытания на статический изгиб осуществляли на плоских образцах сварных соединений толщиной 1,5 мм размерами 10×30 мм, которые показали отсутствие трещин в одинаковых условиях испытаний.



Рисунок 3 – Образец, сваренный РАД

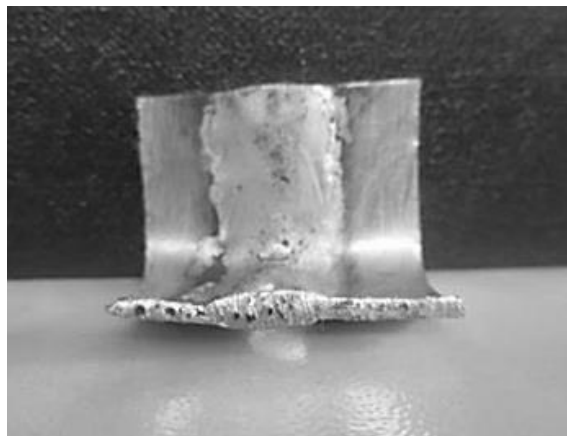
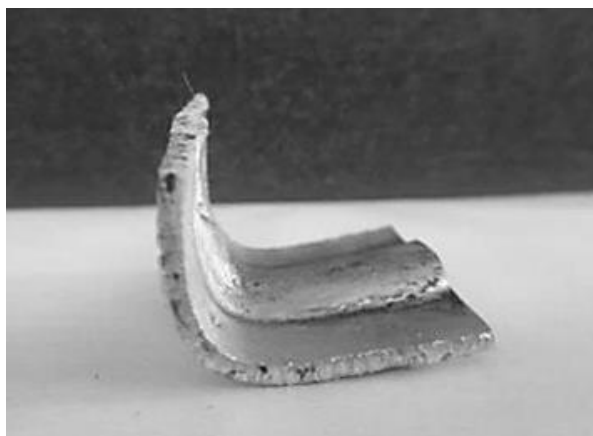


Рисунок 4 – Образец, сваренный полуавтоматом

Выводы:

1. Изменение формы подготовки кромок с соединений с отбортовкой на стыковые соединения с остающейся подкладкой позволяет использовать вместо ручной аргонодуговой сварки более производительную импульсную полуавтоматическую сварку.

2. Металлографический анализ показал идентичность микроструктуры сравниваемых способов сварки и отсутствие дефектов в виде пор, трещин, неметаллических включений.

3. Прочностные и пластические свойства указанных сварных соединений отвечают требованиям существующих норм.

4. Полученные предварительные данные указывают на перспективность работ в данном направлении.

Список литературы

1. Николаев, Г. А. Свариваемые алюминиевые сплавы [Текст] / Г. А. Николаев, И. Н. Фридляндер, Ю. П. Арбузов. – М.: Металлургия, 1990. – 276 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ТОНКОСТЕННЫХ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ РУЧНОЙ И ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКОЙ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ

2. Аганаев, Ю. П. Оценка влияния структуры на усталостную трещиностойкость алюминиевых сплавов [Текст] / Ю. П. Аганаев, Д. Ж. Намдаков, Б. Д. Лыгденов; // Прогрессивная технология сварки, наплавки и резки металлов: сб. тр. конф. – Иркутск. – 1985. – С. 67–71.

3. Рязанцев, В. И. Металлургическая и технологическая пористость алюминиевых сплавов при дуговой сварке [Текст] / В. И. Рязанцев, В. А. Федосеев. – М.: Машиностроение, 2001. – 254 с.

4. Рыкалин, Н. Н. Расчеты тепловых процессов при сварке [Текст] / Н. Н. Рыкалин. – М.: Машгиз, 1951. – 296 с.

5. Сараев, Ю. Н. Импульсные технологические процессы сварки и наплавки [Текст] / Ю. Н. Сараев. – Новосибирск: Наука, 1994. – 108 с.

6. Березовский, Б. М. Математическое моделирование формирования шва в различных пространственных положениях [Текст] / Б. М. Березовский // Математические методы в сварке: сб. научн. тр. ИЭС им. Е. О. Патона. – Киев: ИЭС им. Е. О. Патона. – 1986. – С. 25–28

7. Штрикман, М. М. Тепловые процессы при аргонодуговой сварке с вертикальной подачей присадочной проволоки [Текст] / М. М. Штрикман. – М.: Сварочное производство, 1995. – 182 с.

8. Кархин, В. А. Расчетная оценка предела усталости сварных стыковых, тавровых и крестовых соединений на основе подходов механики трещин [Текст] / В. А. Кархин, Н. М. Нгуен. – Тула: ТулГТУ, 1995. – 107 с.

Мальцев, М. Е. Металлография промышленных цветных металлов и сплавов [Текст] / М. Е. Мальцев. – М.: Металлургия, 1970. – 368 с.

9. Патон, Б. Е. Современные направления исследований и разработок в области сварки и прочности конструкций [Текст] / Б. Е. Патон. – М.: Автоматическая сварка, 2003. – 130 с.

10. Зусии, В. Я. Сварка и наплавка алюминия и его сплавов [Текст] / В. Я. Зусии, В. А. Сереико. – Мариуполь: Изд-во «Рената», 2004. – 468 с.

Аганаев Юрий Петрович^{1, 2} – к.т.н., доцент, докторант

Лыгденов Бурьял Дондокович^{1, 3} – д.т.н., заведующий кафедрой «Металловедение и технологии обработки материалов»

Бильтриков Николай Георгиевич^{1, 2} – аспирант

Байдаев Дмитрий Жабеевич¹ – студент

Фильчаков Дмитрий Сергеевич¹ – старший преподаватель

¹ ФГБОУ ВПО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления» (ВСГУТУ), г. Улан-Удэ, Россия

² ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова» (АлтГТУ), г. Барнаул, Россия

³ Уханьский текстильный университет, г. Ухань, Китай