



ОПЫТ ПЛАЗМЕННОЙ СВАРКИ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

2012



Проблемы использования дуговых технологий

✓ Дуговые способы сварки алюминиевых сплавов

- Аргонодуговая сварка плавящимся электродом;
- Аргонодуговая сварка не плавящимся электродом;

✓ Проблемы использования дуговых технологий

- Низкая производительность при сварке повышенных толщин;
- Дефектность сварных швов;
- Неравнопрочность сварных соединений и основного металла;
- Трудности при изготовлении габаритных конструкций с различными пространственными расположениями сварных швов.
- Высокие требования к подготовке свариваемого металла;
- Высокие требования к присадочному материалу;
- Специальные требования к производственным условиям (температура, влажность, скорость движения воздуха и проч.) ;
- **В монтажных условиях:**
- При толщинах более 10-15 мм требуется предварительный прогрев зоны соединения;
- трудность качественной подготовки металла под сварку .

Плазменная сварка постоянным током обратной полярности

✓ Способы плазменной сварки алюминиевых сплавов

- с подачей присадочной проволоки;
- проникающей дугой;
- комбинированный способ сварки.

✓ Виды сварки

- автоматическая;
- ручная;

✓ Преимущества плазменной сварки:

- повышение производительности процессов сварки в 2 - 3 раза;
- снижение затрат на механическую обработку при подготовке стыков под сварку и обработку швов после сварки в 3 - 5 раз;
- снижение расхода сварочных материалов в 3 - 5 раз;
- повышение качества сварных швов до 100%;
- обеспечение возможности 100% ной автоматизации процессов.

Автоматическая плазменная сварка с подачей присадочной проволоки

Применяться для :

- однопроходной сварки стыковых швов без разделки кромок с толщиной металла до 8 мм ;
- многопроходной с разделкой кромок металла большей толщины, а также для сварки тавровых соединений .

Мощная катодная очистка металла в процессе плазменной сварки на обратной полярности обеспечивает получение качественных сварных швов при снижении требований к подготовке металла под сварку.

Преимущества:

- получение сварных швов без внутренних дефектов ;
- высокие механические характеристики сварного соединения .

Использование автоматической плазменной сварки на обратной полярности обеспечивает качество наплавленного слоя при базовом качестве очистки металла (Рис. 2). Скорость сварки : $V_{св} = 30 - 36$ м/час.



Скорость сварки составляет: $V_{св} = 24 - 28$ м/час. Присадочная проволока Св. АМг6 диаметром $d = 2,0$ мм.

| Таблица 1. Механические свойства сварных швов, сплава АМг5 | | | |
|--|---------------------------------|---------------------------------|--|
| № п.п. | $\sigma_{св}, МПа$ | Угол загиба, град. | |
| Основной металл | <u>290 – 300</u> | <u>120 – 130</u> | |
| Сварной шов | <u>300 – 310</u> ²⁹⁵ | <u>112 – 120</u> ¹²⁶ | |
| | 305 | 116 | |

Рис. 2. Плазменная наплавка торцевых поверхностей обода катка

Плазменная сварка проникающей дугой

Преимущества:

| | |
|--|--|
| – бездефектные сварные швы за один проход ; | –сужается зона термического влияния ; |
| –без разделки кромок ; | –снижаются сварочные деформации ; |
| –отсутствию подкладных формирующих приспособлений; | –улучшаются механические показатели околошовной зоны |

Сварка проникающей дугой алюминиевых сплавов считается освоенной для толщин 3 –8 мм

Разработана технология плазменной сварки проникающей дугой на формирующей подкладке со щелевым зазором вдоль свариваемого стыка, которая позволила повысить стабильность процесса сварки и расширить диапазон свариваемых толщин до 16 мм



а)



б)



в)

Плазменная сварка проникающей дугой, сплав АМг5 $\delta = 16$ мм, а) –макрошлиф, б)- внешний вид шва, в) внешний вид корня шва

Плазменная сварка проникающей дугой

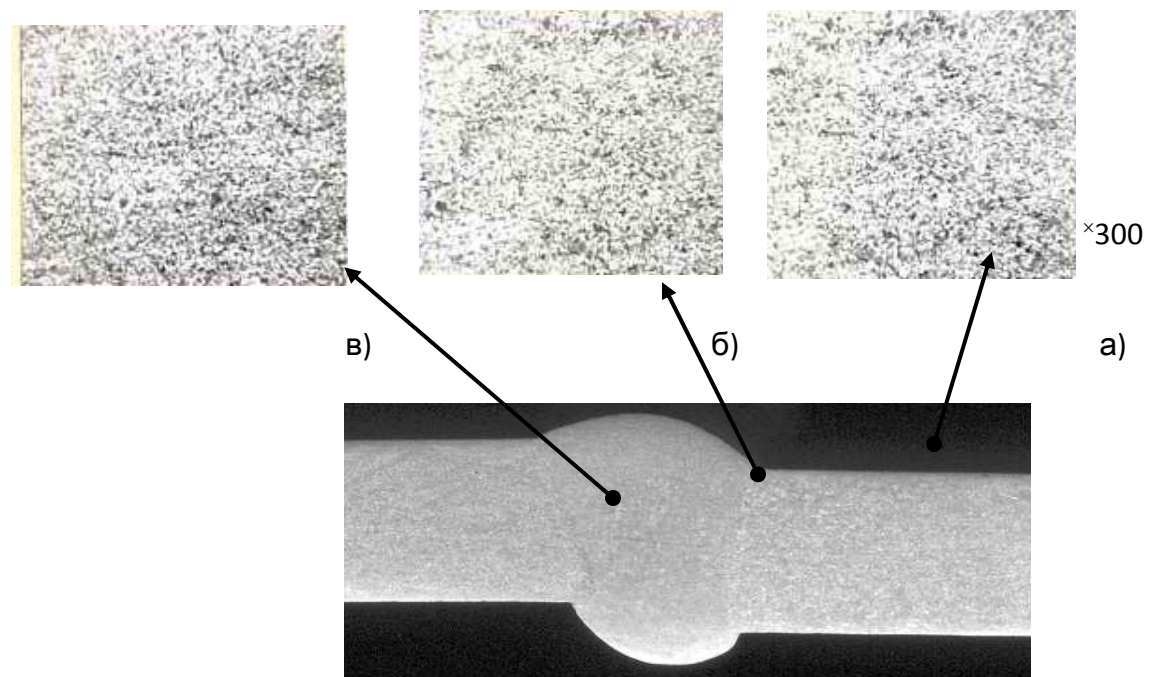


Рис. 4. Микроструктура сварного шва, сплав АМг5 $\delta = 5$ мм, а) – основной металл; б) – околошовная зона; в) – металл шва. Микротвердость на всех участках ≈ 1030 МПа

Плазменная сварка проникающей дугой

Автоматическая плазменная сварка проникающей дугой с одновременной подачей присадочной проволоки высокопрочного сплава Д16 обеспечивает высокое качество сварных швов. В качестве присадочного материала использовалась проволока АК5. В процессе сварки появление горячих трещин не проявлялось, сварные швы имеют высокий товарный внешний вид лицевой стороны и корня с плавным переходом к основному металлу

Механические свойства сварных швов сплава Д16



| № п.п. | σ_B , МПа | $\alpha_{\text{гол}}$ загиба, град. |
|--------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| Основной металл | <u>218 - 226</u> | <u>70 - 80</u> |
| Сварной шов без термообработки | ²²² <u>242 - 264</u> | ⁷⁶ <u>16 - 19</u> |
| Сварной шов, закалка+старение | ²⁵⁶ <u>395 - 410</u> | ¹⁸ <u>40 - 52</u> |
| Сварной шов, отожженный | ⁴⁰⁰ <u>208 - 216</u> | ⁴⁵ <u>60 - 80</u> |

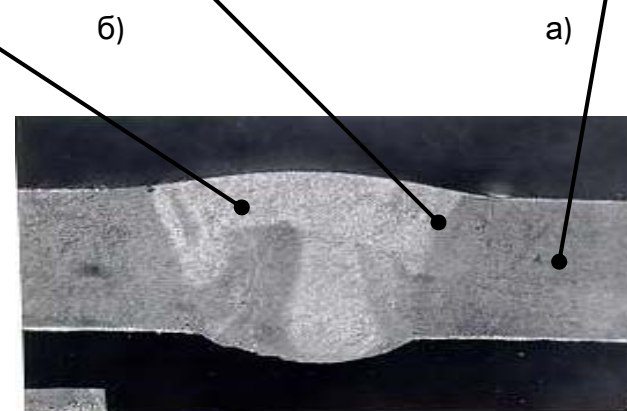


Рис. 5. Плазменная сварка проникающей дугой с одновременной подачей присадочной проволоки, сплав Д16, $\delta=5$ мм. а) – основной металл (Микротвердость $\approx 1219-1303$ МПа); б) – околшовная зона ($\approx 1662-1780$ МПа); в) – металл шва. ($\approx 1374-1538$ МПа).

Плазменная сварка плавящимся электродом

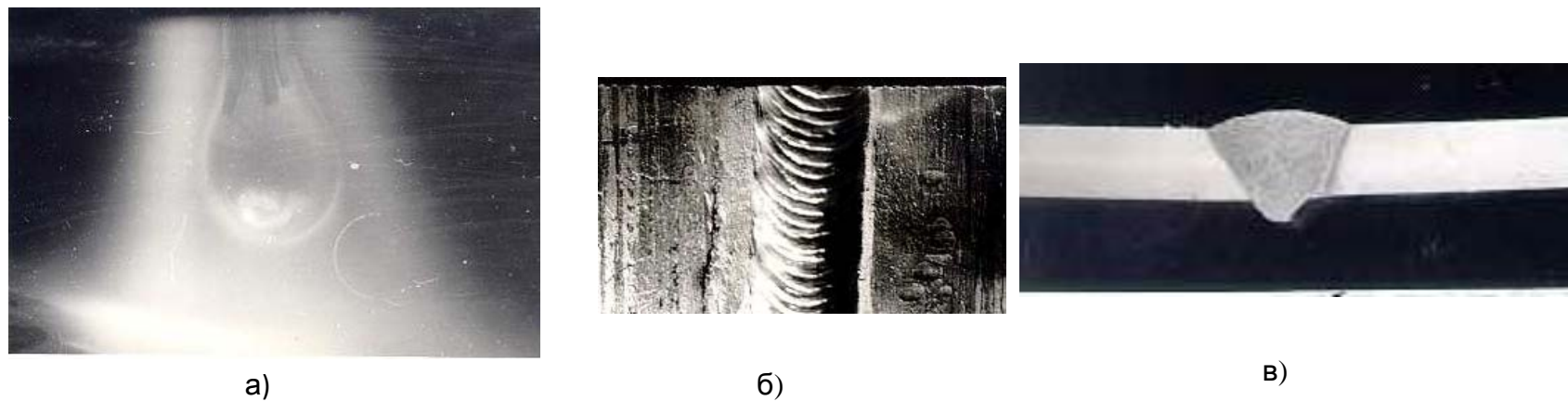


Рис. 7. Плазменная сварка плавящимся электродом обесточенной проволокой, сплав АМг6, $\delta=6\text{мм}$. а) внешний вид процесса; б) внешний вид сварного шва; в) макрошлиф.

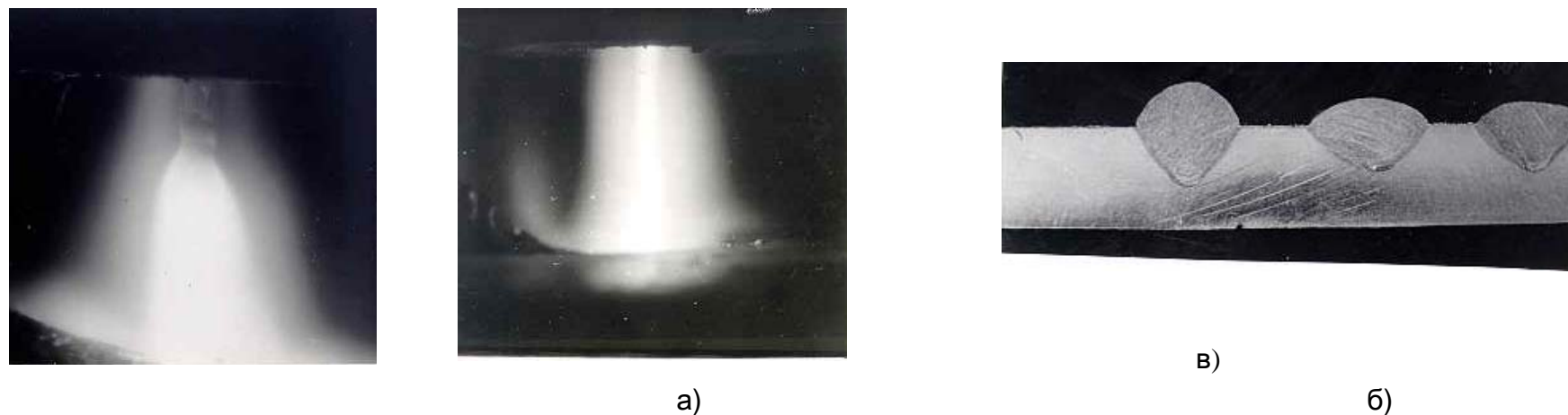
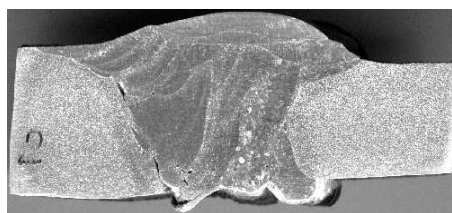


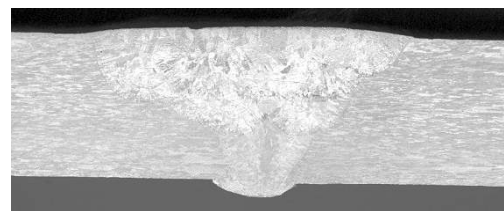
Рис. 8. Плазменная сварка плавящимся электродом токоведущей проволокой, сплав АМг6, $\delta=20\text{мм}$ а) мелкокапельный перенос электродного металла; б) струйный перенос электродного металла; в) формы наплавленных валиков

Ручная плазменная сварка

Пример, ремонтные сварные швы, выполненные при заварке дефектов, возникших в процессе эксплуатации на кислородном регенераторе (рабочее давление 0,6МПа) с толщиной стенки 16мм аргоно-дуговой сваркой неплавящимся электродом (горизонтальный шов на вертикальной стенке) содержат большое количество недопустимых дефектов (Рис. 10 а). Эти дефекты обусловлены малой мощностью источника нагрева, большим количеством проходов, пониженным качеством подготовки металла под сварку. Ручная плазменная сварка обеспечивает получение бездефектных сварных швов металла данной толщины (Рис. 10 б).



а)



б)

Рис. 10. Ремонтные швы, сплав АМг6, а) – $\delta=16\text{мм} + 12\text{мм}$, ручная аргонодуговая сварка неплавящимся электродом; б) – $\delta=20\text{мм}$, ручная плазменная сварка.

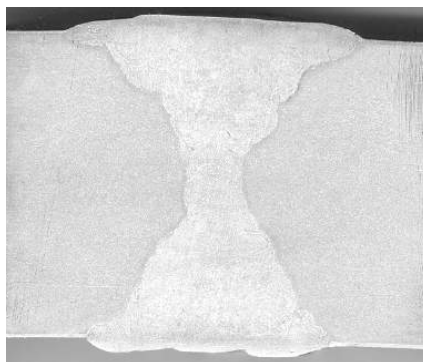


Рис. 11. Ручная плазменная сварка, сплав АМг6, $\delta=70\text{мм}$.

Технологии ремонта

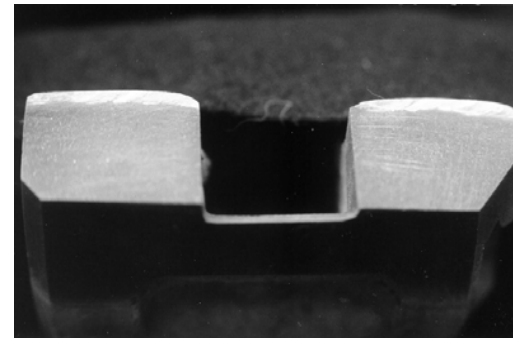


Рис. 12. Ремонтная плазменная сварка картера автомобиля.

Наплавка выполняется ручным способом, т.к. наплавляемые поверхности имеют сложную конфигурацию и небольшую протяженность (Рис. 13 а). При этом обеспечивается высокая производительность работ.



а)



б)

Рис.13. Плазменная наплавка корпусов шестеренчатых насосов, а) - внешний вид, б) – макрошлиф наплавленного слоя

Блок плазменной сварки с универсальным плазмотроном



Мобильный блок
плазменной сварки

Плазмотроны сочетают простоту устройства и эксплуатации, малые габариты и массу с высокой мощностью и надежностью. Любой элемент, отработавший ресурс, легко заменяется, что обеспечивает неограниченный ресурс работы плазмотрона. По совокупности технических параметров разработанные плазмотроны аналогов не имеют. Блок может комплектоваться несколькими типоразмерами плазмотронов: диаметр 22, 29м, 33мм, высота 60 - 70мм, масса 0,16–0,35кг, сварочный ток 15–200А и 20–400 А.

Блок управления обеспечивает работу плазмотронов и аргонодуговой горелки в сочетании с любым сварочным источником питания постоянного тока с напряжением холостого хода не ниже 65 В. Габариты блока: 215x220x350мм, масса 7 кг. Блок обеспечивает следующие преимущества: возможность использования неспециализированных сварочных источников для сварки алюминиевых, магниевых титановых и сложнoleгированных сплавов;