

УДК 621.791.927.5

Влияние смещения между валиками на формирование плоского слоя для последующего аддитивного выращивания

Орлов Валерий Кириллович⁽¹⁾, Медведев Александр Юрьевич⁽²⁾

Магистр 1 года⁽¹⁾,

кафедра «Сварка, диагностика и специальная робототехника»⁽¹⁾

Московский государственный технический университет⁽¹⁾

Доктор технических наук⁽²⁾, профессор кафедры «Сварочных литейных и аддитивных технологий»⁽²⁾

Уфимский университет науки и технологий⁽²⁾

Научный руководитель: А.Ю. Медведев

Введение:

WAAM-технология наплавки алюминиевыми сплавами активно внедряется в современную промышленность. Данная технология может быть применена в выращивании и ремонте алюминиевыми сплавами. Примерами использования могут послужить выращивание вафельных конструкций, крупногабаритных днищ, а также резервуаров для хранения агрессивных жидкостей.

Минимальная ширина выращенной детали зависит от ширины одиночного валика, которая регулируется параметрами источника питания, скоростью наплавки и введением наплавки с поперечными колебаниями. [2] Однако при аддитивном выращивании часто стоит задача получения толстостенных конструкций, где наплавка ведется в несколько соседствующих в одном слое валиков. В выращивании толстостенных элементов (от двух и более валиков в одном слое) для бездефектной наплавки детали важно получение плоского слоя, которое определяется смещением между валиками X . При таком типе наплавки каждый последующий валик в слое, накладывается на предыдущий. Можно выделить 3 схемы сплавления соседних валиков между собой (Рис. 1):

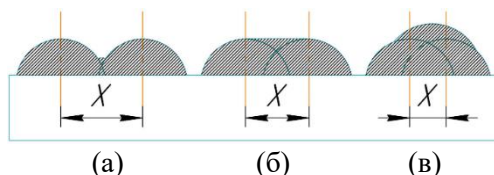


Рис. 1 – Схема наплавки соседних валиков.

- а) нахлест между валиками недостаточен, образуются углубления; б) нахлест между валиками достаточен для образования ровной поверхности; в) нахлест между валиками избыточен, наплавляясь соседний валик увеличивает высоту слоя

Цель данного исследования – подбор оптимального смещения между валиками в одном слое, а также оценка прочности выращенного образца на растяжение

Методика проведения эксперимента:

Для исследований был использован роботизированный комплекс сварки плавящимся электродом в составе: 1) Промышленный сварочный робот – CRP-RH14-10-W 2) Шкаф электроавтоматики – CRP G4 3) Источник питания и система охлаждения – Rehm FOCUS.ARC P 300 WS 4) Сварочный стол 5) Машина для разрывных испытаний

Выращивание проводилось путем послойного наплавления валиков проволокой ER-5183 диаметром 1мм, длина валиков – 100 мм, в качестве подложки были использованы листы АМг2 толщиной 2мм. Наплавка проводилась на импульсных режимах, отработанных ранее для MIG сварки алюминиевых сплавов системы алюминий-магний. (Рис. 2)



Рис. 2 – Наплавленный валик

Табл. 1 – Режим наплавки одиночного валика

$I_{ср}, A$	$U_{ср}, B$	$V_{н}, мм/с$	$V_{ш}, м/мин$
70	17.3	12	5.9

Табл. 2 – Форма одиночного валика

Ширина, мм	Высота, мм
5	1,6

Варьирование смещения осуществлялось по принципу:

$$X = (50...70) \cdot e \% \quad (1)$$

, где e – ширина одиночного валика

В дальнейшем был сделан поперечный срез образцов для определения несплавлений и бездефектный образец подвергнут разрывающим испытаниям [1]

Результаты и обсуждение:

Табл. 3 – Зависимость высоты слоя от смещения между валиками

Смещение между валиками, %	Высота слоя, мм	Средний перепад высоты слоя, мм
50% (2,75 мм)	4,2	1
60% (3,3 мм)	4,5	0,5
66% (3,63мм)	4,2	0,6
70% (3,85мм)	4	0,7

Неспавления были обнаружены при наплавке со смещением на 50% ширины от оси предыдущего валика. Наименьший перепад высоты слоя наблюдался при смещении на 60% (3,3 мм) от оси предыдущего валика. Смещение на 70% приводит к неравномерной высоте слоя.

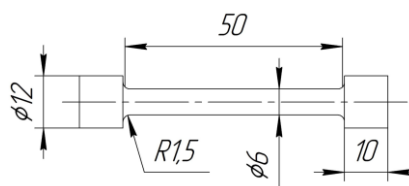


Рис. 3 – Внешний вид и размеры образца выращенного для испытания на растяжение

Табл. 4 – Механические свойства выращенных образцов

№ образца	$\sigma_b, МПа$	$\sigma_t, МПа$	$\delta, \%$
1	289 МПа	140 МПа	12
2	280,5	142	10,4

Выводы:

Полученные результаты механических характеристик можно признать удовлетворительными. Они обеспечивают механические свойства на уровне сплава АМг5.[2]

Смещение на 60% отвечает условию получения равномерного по высоте слоя при сохранении стабильного дугового процесса и может применяться в дальнейшей работе.

Список литературы:

- ГОСТ Р 58418-2019. Аддитивные технологии. Металлические порошки и проволоки. Виды дефектов. Классификация, термины и определения
- Кисарев, А. В. Формирование тонкой стенки из алюминиевого сплава при ее аддитивном выращивании в различных тепловых условиях / А. В. Кисарев, Н. В. Коберник // Электронно-лучевая сварка и смежные технологии : Материалы Третьей международной конференции, Москва, 12–15 ноября 2019 года – С. 364
- ГОСТР 59598-2021. Алюминий и алюминиевые сплавы. Полуфабрикаты для производства элементов кузовов грузового подвижного состава железнодорожного транспорта