

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ НА ФОРМООБРАЗОВАНИЕ ВАЛИКА И ПЕРЕНОС ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АМГ5

Безруких А.А.

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Ключевые слова: наплавка, алюминиевый сплав АМг5, перенос электродного металла, наплавленный валик, массивная плита.

Аннотация. В работе представлены результаты исследования влияния технологических режимов на формообразование валика и особенности переноса электродного металла при наплавке алюминиевого сплава АМг5. В диапазоне режимов наплавки длинной дугой, выполнены практические эксперименты по наплавке одиночных валиков на массивной плите. По результатам экспериментов установлено, что благоприятный перенос металла и удовлетворительное формирование валика при наплавке на массивной плите обеспечивается только при достижении критического тока перехода на струйный перенос металла.

INFLUENCE OF MODES ON FORMATION OF THE ROLLER AND TRANSFER OF ELECTRODE METAL DURING SURFACING OF ALUMINUM ALLOY AMG5

Bezrukikh A.A.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Keywords: surfacing, aluminum alloy AMg5, electrode metal transfer, deposited bead, massive plate.

Abstract. The paper presents the results of a study of the influence of process modes on bead formation and the features of electrode metal transfer during surfacing of aluminum alloy AMg5. In the range of long-arc surfacing modes, practical experiments were performed on surfacing of single beads on a massive plate. According to the results of the experiments, it was found that favorable metal transfer and satisfactory bead formation during surfacing on a massive plate are ensured only when the critical current for transition to jet metal transfer is reached.

Введение. Алюминиевые сплавы, благодаря их малой плотности, высокой прочности, пластичности и хорошей коррозионной стойкости, широко применяются в различных отраслях промышленности [1, 2]. Высокая потребность в изготовлении крупногабаритных изделий из алюминия способствует развитию способов многослойной наплавки и аддитивных технологий, способных существенно повысить коэффициент использования материала в сравнении с традиционными методами механической обработки заготовок. При производстве таких изделий, рациональным решением является использование подложки в качестве части готового изделия. Однако, в данном случае, особое внимание необходимо уделить формированию первого валика, качество которого, определяется правильным выбором режимов наплавки.

Настоящая работа посвящена исследованию влияния режимов наплавки на особенности переноса электродного металла и качество формирования первого валика на массивной плите из алюминиевого сплава АМг5.

Оборудование и методика. Установка для проведения исследований показана на рисунке 1 и состоит из станка CNC PROFCNC 6040MA, контроллера Programmable logic controller (PLC) и блока управления CNC EDGE Connect Hypertherm. Питание дуги обеспечивали посредством источника для механизированной сварки в защитном газе Янтарь МИГ 450 в комплекте с механизмом подачи проволоки.



Рис. 1. Установка для проведения исследований

Наплавка производилась на обратной полярности в среде аргона, расход газа составлял 18-20 л/мин. Горелка для наплавки закреплялась на подвижной платформе для крепления шпинделя. В качестве подложки использовали заготовки размером 150×150×25 мм вырезанные из плит по ГОСТ 17232-99 сплава АМг5. Для очистки поверхности использовали технический ацетон. Непосредственно перед наплавкой производили удаление оксидной пленки металлической щеткой. Предварительный подогрев заготовки составлял 100°C. В качестве электродной проволоки использовали сварочную проволоку марки Св-АМг5 диаметром 1,2 мм. Особенности переноса электродного металла определяли посредством методики скоростной киносъемки с параллельным осциллографированием.

Результаты исследований. Для определения влияния режимов наплавки на особенности переноса электродного металла, стабильность процесса и качество формирования наплавленного металла проводили эксперименты по наплавке одиночных валиков на массивной плите. Диапазон исследуемых режимов по току дуги (I) составил 160...245 А. Скорость наплавки (V_n) составляла 0,8 м/мин. По результатам экспериментов были получены кинокадры процесса переноса электродного металла в исследуемом диапазоне режимов, которые показаны на рисунке 2. Внешний вид валиков и соответствующие осциллограммы процесса представлены на рисунке 3. Из анализа полученных данных установлено, что при использовании алюминиевой проволоки легированной магнием, на режимах по току $I = 160 - 190$ А (рис. 2, а, б) наблюдается неблагоприятный перенос электродного металла, сопровождающийся деформациями и периодическими взрывами капли. Следует заметить, что взрывы жидкого электродного металла происходят как во время его пребывания на торце электрода, так и после отрыва капли, на этапе перехода

через дуговой промежуток. Таким образом, можно предположить, что неблагоприятный перенос металла на этих режимах в первую очередь обусловлен относительно низкой температурой кипения магния [3], а также длительностью пребывания электродного металла в дуговом промежутке.

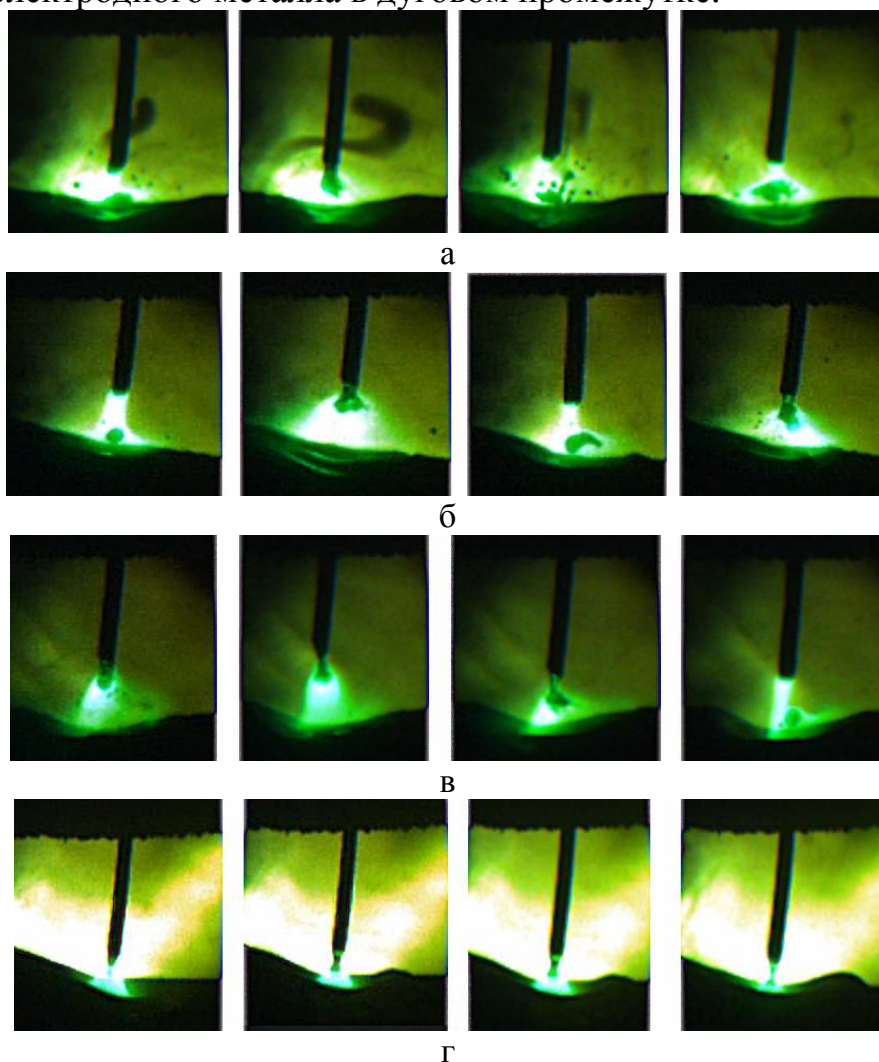


Рис. 2. Видеокадры переноса электродного металла при различных режимах наплавки: а) 160-170 А, 16-22 В; б) 180-190 А, 21-25 В; в) 210-220 А, 24-26 В; г) 240-245 А, 26-27 В

При дальнейшем увеличении тока дуги (I) до значений 210-220 А (рис. 2, в), характер переноса электродного металла меняется на более благоприятный. Диаметр капель уменьшается, деформации и взрывы наблюдаются крайне редко. Кадры скоростной киносъемки показывают периодические переходы на струйный режим переноса металла. Однако, на этих режимах струйный перенос не является устойчивым, что отражается на полученных осциллограммах процесса (рис. 3, в) в виде колебаний режима по току и напряжению в процессе наплавки, а также на внешнем виде наплавленных валиков.

По результатам проведенных экспериментов установлено, что устойчивый режим струйного переноса металла с образованием конуса на торце электрода на протяжении всего времени образования валика наблюдается при увеличении тока дуги (I) свыше 240 А (рис. 2, г).

Внешний вид валика, выполненного в режиме устойчивого струйного переноса и соответствующая осциллограмма процесса показаны на рисунке 3, г.

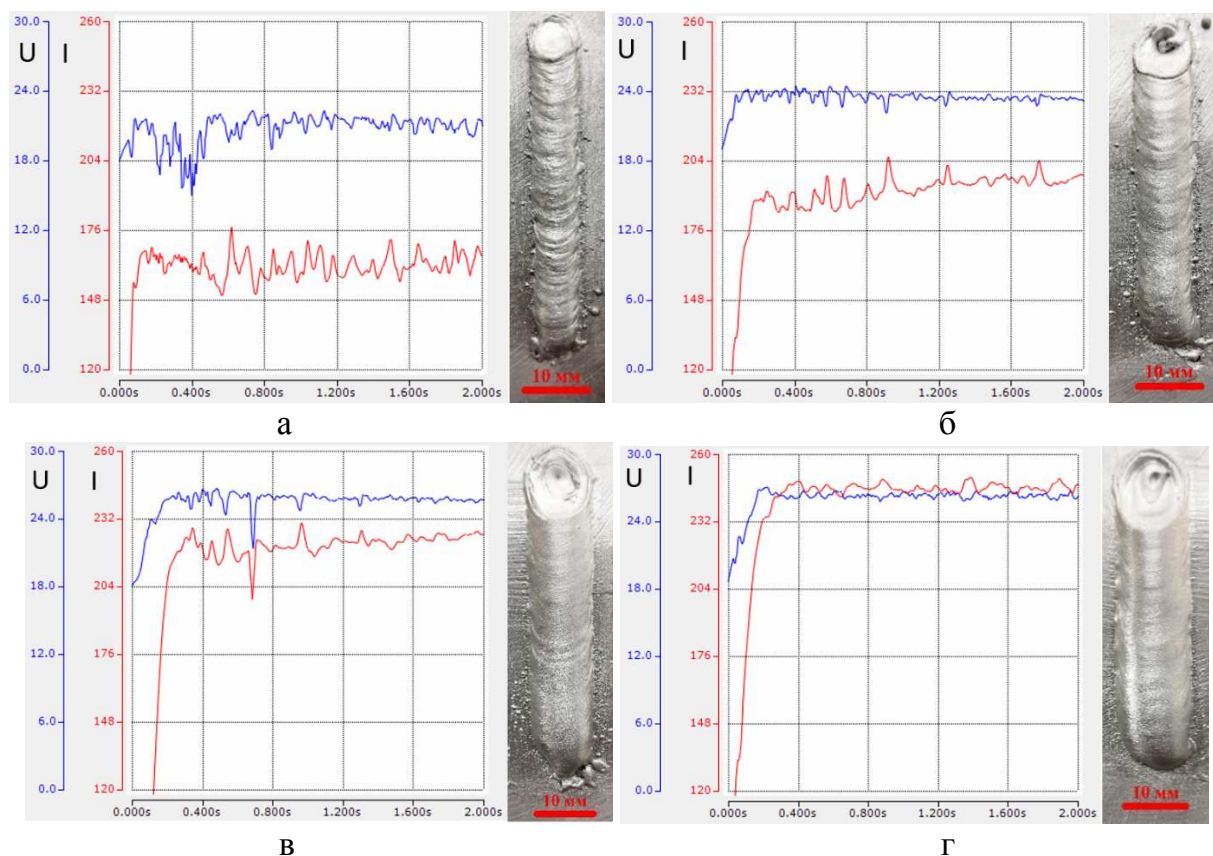


Рис. 3. Внешний вид валиков и соответствующие осциллограммы токов (I) и напряжений (U): а) 160-170 А, 16-22 В; б) 180-190 А, 21-25 В; в) 210-220 А, 24-26 В; г) 240-245 А, 26-27 В

Таким образом, установленный режим ($I = 240-245$ А, $U = 26-27$ В) характеризуется стабильностью процесса, условием получения устойчивого струйного переноса металла и удовлетворительным формированием наплавленного металла. Очевидно, что увеличение тока свыше указанного значения не целесообразно по причине увеличения проплавления основного металла.

Вывод. Установлено, что при наплавке алюминиевых сплавов марки АМг5 длинной дугой, вплоть до достижения критического тока, наблюдается нестабильный процесс горения, перенос электродного металла с деформациями и периодическими взрывами капли и неудовлетворительное формирование наплавленного металла при наплавке на массивную плиту. Удовлетворительное формирование валика получено при переходе на струйный перенос металла. Значение критического тока перехода на устойчивый струйный перенос металла для диаметра проволоки 1,2 мм составляет 240 А.

Список литературы

1. Stojanovic B., Bukvic M., Epler I. Application of aluminum and aluminum alloys in engineering // Applied Engineering Letters. 2018, vol. 3, no. 2, pp. 52-62.
2. Vimal K.E.K., Srinivas M.N., Rajak S.S. Wire arc additive manufacturing of aluminium alloys: A review // Materials Today: Proceedings. 2021, vol. 41, no. 5, pp. 1139-1145.
3. Зиновьев В.Е. Теплофизические свойства металлов при высоких температурах. – М.: Металлургия, 1989. – 384 с.

Сведения об авторе:

Безруких Андрей Алексеевич – аспирант, старший преподаватель кафедры «Машиностроения».