

УДК 621.791.763

АДДИТИВНЫЙ СИНТЕЗ МЕДИ НА БАЗЕ ДУГОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ (WAAM)

К. Н. СЕРДЮКОВА, А. В. КЛИМЕНКОВА

Научный руководитель А. О. КОРОТЕЕВ, канд. техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Создание изделий из меди и медных сплавов методами дуговой послойной наплавки (WAAM) является актуальной задачей. Уникальный комплекс физических свойств материала делает его незаменимым во многих случаях, особенно в электротехнике. При этом большой объем изделий получают методами литья либо механической обработки из массивных заготовок. Присутствует достаточно большой объем отходов, особенно в случае необходимости получения массивных изделий нестандартной геометрии. Решением этих проблем является применение аддитивных технологий. Среди наиболее эффективных и производительных можно выделить технологию дуговой наплавки плавящимся электродом (проволокой). В то же время существует ряд серьезных ограничений, вызванных свойствами меди и медных сплавов: их высокой жидкотекучестью, теплопроводностью, активностью по отношению к окружающей атмосфере, особенно к водороду, кислороду и т. п. Кислород находится в меди преимущественно в виде оксидов Cu_2O , образующих по границам зерен эвтектику $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$ с температурой плавления 1065°C .

По результатам анализа экспериментальных исследований микроструктуры изделия из меди М1, полученного нами роботизированной послойной дуговой наплавкой в среде аргона, установлено, что по границам зерен образуется эвтектика $\text{Cu-Cu}_2\text{O}$, снижающая механические характеристики и эксплуатационные свойства материала. Так как температура плавления меди составляет 1083°C , при затвердевании эвтектика в полужидком состоянии располагается по границам зерен и может способствовать образованию кристаллизационных трещин.

В качестве основного способа предотвращения образования закиси меди по границам зерен предлагается вводить в состав защитной газовой атмосферы азот, являющийся по отношению к ней инертным газом. В то же время такой способ позволит не только связать кислород в атмосфере дуги, снизив вероятность окисления меди в дуговом промежутке, но и существенно изменит теплофизические характеристики процесса, что при аддитивном синтезе на базе дуговых сварочных технологий (WAAM) является основным механизмом управления поведением жидкой расплавленной ванны на торце заготовки.

Ведется работа по исследованию влияния состава защитной газовой смеси $\text{Ar} + \text{N}_2$ на характеристики плавления медной присадочной проволоки и особенностей формирования свойств наплавленного металла.