

УДК 621.791.72
ВЛИЯНИЕ РЕЖИМОВ ЛАЗЕРНОЙ НАПЛАВКИ НА ЭЛЕМЕНТНЫЙ
СОСТАВ ВАЛИКОВ ИЗ СПЛАВА ПГ-12Н-01

В. К. ШЕЛЕГ, Н. И. ЛУЦКО, А. С. ЛАПКОВСКИЙ
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
Минск, Беларусь

Лазерная наплавка – это технология создания покрытий из материалов разной природы на металлической подложке с использованием лазерного луча в качестве источника энергии. В противоположность традиционным методам наплавки зона теплового воздействия при лазерной наплавке ограничена несколькими миллиметрами, по этой причине зона термических напряжений также невелика, деформации минимальны, а механические характеристики основы практически не изменяются. Осуществление процесса лазерной наплавки предъявляет высокие требования к качеству покрытия, которое характеризуется такими параметрами как микроструктура, распределение микротвердости и состав покрытия.

В настоящей работе нами предпринята попытка исследовать фактическое распределение элементов в наплавленных покрытиях из самофлюсующегося сплава на основе никеля, нанесенных лазерной наплавкой.

Наплавка образцов из стали 45 проводилась с разными режимами на лазерном технологическом комплексе на базе CO₂ – лазера мощностью 1000 Вт и координатной системы с ЧПУ. В качестве наплавочного материала использовался порошок самофлюсующегося сплава на основе никеля ПГ-12Н-01.

Распределение элементов определяли на поперечных шлифах валиков с помощью рентгеновской дифракционной системы SmartLab RIGAKU (X-ray diffraction system).

Полученные данные по распределению элементов в различных точках поперечного сечения валиков, при разных режимах лазерной наплавки, свидетельствовали о том, что зависимости содержания элементов от режимов наплавки в исследованных пределах имеют линейный характер. Поэтому для сокращения количества выполняемых экспериментов и получения наиболее достоверных данных использовалась методика полного факторного эксперимента (ПФЭ). Обработка данных экспериментов производилась при помощи специальной программы. Эксперименты проводились по плану ПФЭ 2², каждый эксперимент повторялся два раза. В качестве факторов влияющих на содержание элементов были выбраны: скорость наплавки v (мм/мин) и дистанция наплавки l (мм).

На основании полученных уравнений регрессии в натуральных переменных были построены графики для содержания Ni, Fe, Cr, Si в зависимости от режимов лазерной наплавки (рис. 1).

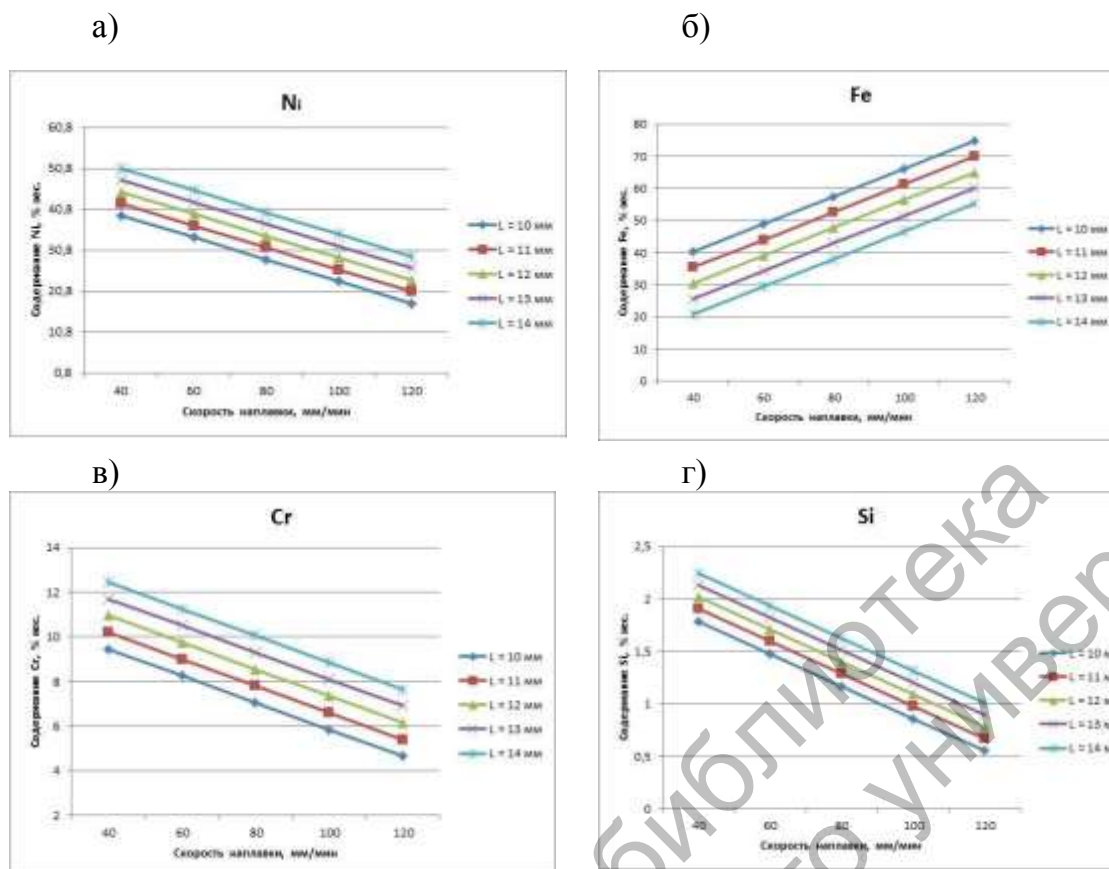


Рис. 1. Зависимости содержания Ni (а), Fe (б), Cr (в), Si (г) в %_{вес.} в наплавленном слое из сплава ПГ-12Н-01 от скорости лазерной наплавки

Как видно из приведенных данных, наибольшее содержание никеля, хрома и кремния в покрытии наблюдается при дистанции наплавки $L = 14$ мм (фокус луча над поверхностью основы) в случае, когда имеет место минимальный переплав основы. Наименьшее содержание никеля, хрома и кремния в покрытии имеет место при дистанции наплавки $L = 10$ мм (фокус луча под поверхностью основы), что может свидетельствовать о сильном переплаве поверхности основы, когда часть этих элементов из покрытия переходит в последнюю. С увеличением скорости наплавки наблюдается уменьшение содержания никеля, хрома и кремния в покрытии.

В процессе наплавки имеет место ожелезнение материала получаемого покрытия. При этом содержание железа в покрытии для всех зон валиков минимально при дистанции $L = 14$ мм (фокус луча над поверхностью основы), что хорошо согласуется с наименьшим переплавом основы в этом случае. Наибольшее же содержание железа в покрытии наблюдается при дистанции $L = 10$ мм (фокус под поверхностью основы), т.е. когда происходит наибольший переплав основы и взаимное перемешивание покрытия с основой. При этом степень переплава достаточно высока, т.к. содержание железа в покрытии может достигать 70 %_{вес.}, в то время как содержание никеля падает до 20 %_{вес.} (в исходном порошке содержание никеля составляет порядка 70 %_{вес.}, а содержание железа – 3–4 %_{вес.}). С увеличением скорости наплавки содержание железа в покрытии увеличивается.