

УДК 621.791.72

ВЛИЯНИЕ СКОРОСТИ НАПЛАВКИ И ЭНЕРГОВКЛАДА НА УРОВЕНЬ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ В ПОКРЫТИИ ИЗ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА

В. К. ШЕЛЕГ, Н. И. ЛУЦКО, М. А. КАРДАПОЛОВА

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Широкому применению лазерной наплавки способствуют ее уникальные свойства, появление нового поколения твердотельных лазеров, особенно волоконных, а также появившиеся сравнительно недавно системы программно-управляемого сканирования лазерного пятна. Все это вместе взятое привело к увеличению производительности процесса лазерной наплавки, улучшению его стабильности, возможности гибкого изменения геометрии наплавленных валиков и дало возможность создавать покрытия из большого количества материалов, обладающих высокой износостойкостью, коррозионной стойкостью, усталостной стойкостью и стойкостью к окислению [1].

При лазерной наплавке, как и при других способах нанесения покрытий, происходит сильное изменение поверхностного слоя деталей, поэтому представляет интерес исследовать уровень остаточных напряжений, возникающих при процессе лазерной наплавки с поперечным сканированием и установить влияние на уровень остаточных напряжений скорости наплавки и энерговклада в покрытие.

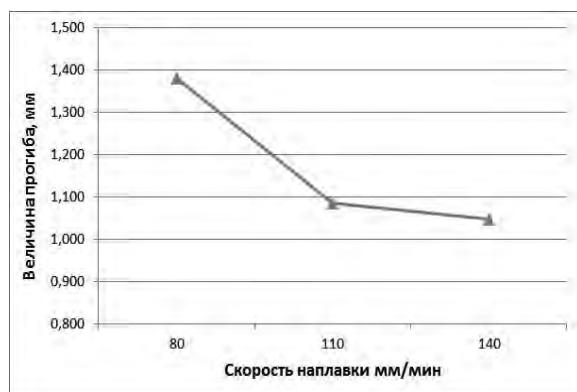
Наплавка порошка никелевого сплава ПГ-12Н-01 выполнялась с боковой подачей порошка, лазерным источником являлся волоконный иттербиевый лазер YLR-1 с максимальной мощностью излучения 1000 Вт. Поперечное сканирование луча выполнялось программируемым 2D-сканером фирмы «Ситела». Необходимые перемещения лазерного пятна относительно образцов из стали 45 обеспечивались координатным столом с числовым программным управлением, подача порошка осуществлялась с помощью дискового питателя, транспортирующим газом являлся аргон.

Уровень остаточных напряжений при различных скоростях наплавки и различной величине энерговклада в покрытие определялся расчетным методом по результатам замеров прогибов призматических образцов в трех точках продольного сечения [2].

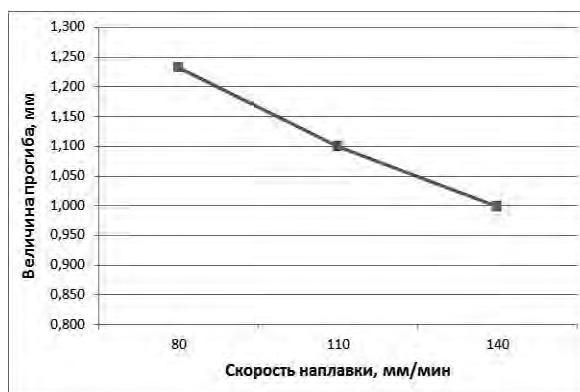
Как видно из графиков (рис. 1), изменения прогибов призматических образцов в зависимости от скорости лазерной наплавки при различных мощностях лазерного излучения и при использовании предварительного нагрева образцов до температуры 300 °С, во всех случаях прогибы образцов при увеличении скорости наплавки и, следовательно, уровня остаточных напряжений в покрытиях, уменьшались. Такое уменьшение уровня остаточных напряжений объясняется снижением поступления энергии в покрытия при увеличении скорости наплавки, что приводит к меньшим градиентам температуры, меньшему количеству фазовых превращений и более равномерному химическому составу покрытий.

Также из приведенных графиков понятно, что наименьшие величины прогибов (уровни остаточных напряжений) для всех режимов наплавки наблюдаются при мощности излучения 800 Вт. При мощности излучения 1000 Вт величина прогибов увеличивается примерно в 1,1 раза. При использовании предварительного подогрева основы величина прогибов образцов увеличивается по сравнению с прогибами при мощности 800 Вт уже в 1,15 раза. Поэтому можно утверждать, что уровень остаточных напряжений определяется количеством поглощенной покрытием энергии, которая минимальна при мощности излучения 800 Вт и максимальна при мощности излучения 1000 Вт с использованием предварительного подогрева основы.

а)



б)



в)

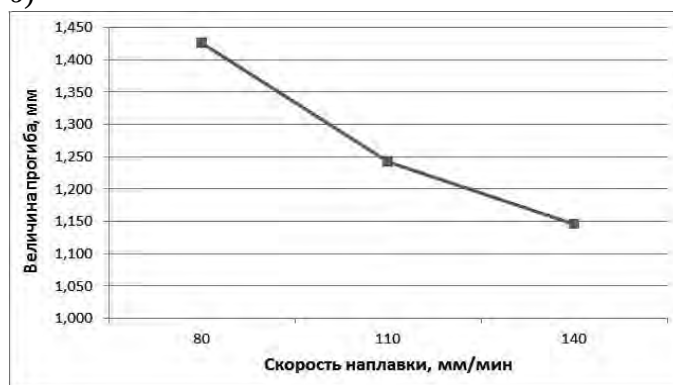


Рис. 1. Зависимости величин прогибов образцов от скорости наплавки: а – при мощности излучения 1000 Вт; б – при мощности излучения 800 Вт; в – при мощности излучения 1000 Вт и подогреве основы до 300 °C

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mitigation of pores generation at overlapping zone during laser cladding / C. Zhou, S. Zhao, Y. Wang [et al.] // Journal of Materials Processing Technology. – 2015. – Vol. 216. – P. 369–374.
2. Оценка уровня остаточных напряжений в 2D- и 3D-мультимодальных покрытиях, нанесенных лазерной наплавкой / О. Г. Девойно, М. А. Кардаполова, Н. И. Луцко [и др.] // Машиностроение и техносфера XXI века: материалы XXVII Междунар. науч.-техн. конф., Севастополь, 14–20 сент. 2020 г. – Донецк: ДонНТУ, 2020. – С. 114–117.