



ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПЛАЗМЕННОЙ НАПЛАВКИ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИОННОГО НАПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА

А. И. БЕЛЫЙ, канд. техн. наук (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Приведены результаты экспериментов по определению влияния технологических параметров процесса плазменной наплавки композиционных сплавов с использованием присадочного материала в виде порошковой ленты, состоящей из металлической оболочки и сердечника, на формирование и износостойкость наплавленного металла. Сердечник ленты включал твердосплавные зерна на основе плавленных карбидов вольфрама (релита).

Ключевые слова: плазменная наплавка, присадочный материал, износостойкость, композиционный сплав, армирующие частицы, ленточный релит

Процесс плазменной наплавки композиционных сплавов [1, 2] с использованием в качестве присадочного материала порошковой ленты, состоящей из металлической оболочки и сердечника из зерен плавленных карбидов вольфрама и мелкодисперсной шихты легирующих и раскисляющих компонентов (ленточного релита), должен обеспечивать получение износостойкого слоя с оптимальными геометрическими параметрами при высоком качестве формирования и высокой износостойкости (рис. 1).

Известно, что износостойкость композиционного сплава определяется концентрацией и износостойкостью армирующих частиц (плавленных карбидов вольфрама) в наплавленном металле и способностью его матрицы удерживать эти частицы. В общем случае указанные свойства износостойкого слоя зависят от технологии наплавки и степени растворения армирующей частицы в процессе наплавки. Растворение зерен карбидов вольфрама приводит к уменьшению концентрации износостойкой фазы и увеличению насыщения матрицы вольфрамом и углеродом, что увеличивает вероятность ее охрупчивания и снижает износостойкость сплава в целом [3].

В данной статье приведены результаты исследований влияния основных технологических параметров процесса плазменной наплавки на качество формирования, структуру и износостойкость наплавленного композиционного металла.

Основные технологические показатели процесса плазменной наплавки изменялись в следующих пределах:

ток дуги прямого действия I_d , А	180...340
скорость наплавки v_n , м/ч	4...20
скорость подачи присадочного материала v_p , м/ч	10...50

Наплавку осуществляли на образцы из низкоуглеродистой стали размером 150×70×20 мм. В качестве исходного режима приняли следующий: $I_d = 220$ А, $U = 34$ В, $v_n = 8$ м/ч, $v_p = 20$ м/ч, расход плазмообразующего газа 2 л/мин, расход защитного газа 6 л/мин, амплитуда колебаний плазменной горелки 25 мм, частота колебаний плазменной горелки 35 мин⁻¹. В качестве присадочного материала использовали ленточный релит АН-ЛЗП-9-8 [4].

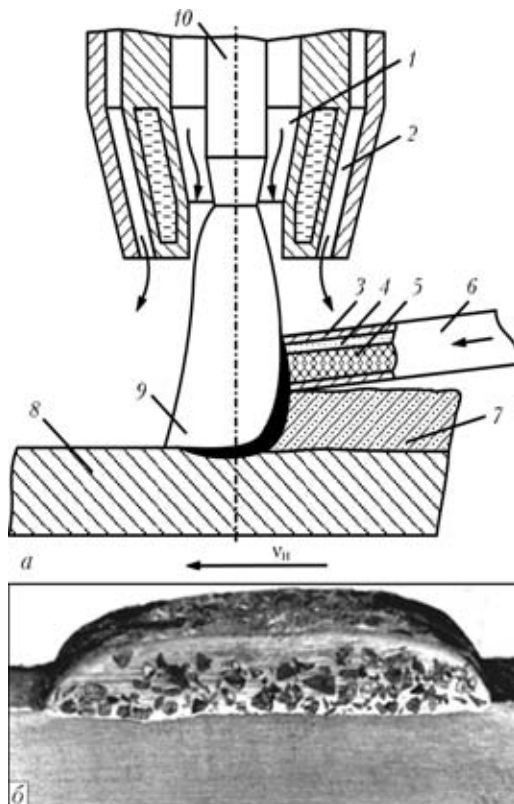


Рис. 1. Схема плазменной наплавки композиционных сплавов с использованием в качестве присадочного материала ленточного релита (а) (1, 2 — соответственно плазмообразующий и защитный газ; 3 — оболочка; 4 — мелкодисперсная шихта; 5 — армирующие частицы; 6 — присадочный материал; 7 — наплавленный слой; 8 — образец; 9 — столб плазменной дуги; 10 — электрод) и макрошлиф наплавленного валика (б)



Оценку влияния параметров процесса наплавки на свойства наплавленного металла выполняли при нескольких значениях каждого параметра, сохраняя остальные параметры режима постоянными.

Качество наплавленного металла оценивали по методике испытаний композиционных сплавов на износостойкость по закрепленному абразиву (путь трения 30 м, скорость скольжения 0,5 м/с) при одном значении контактного давления, равном 1,055 МПа [3]. Испытывали по три образца наплавленного металла, полученных при фиксированных режимах процесса наплавки, а в качестве показателя принимали среднее арифметическое значение износа контролируемых образцов.

Экспериментально установлено (рис. 2), что наибольшее влияние на износ I композиционного металла оказывает сила тока плазменной дуги, с повышением которой увеличивается время существования сварочной ванны и ее объем.

С увеличением продолжительности существования сварочной ванны возрастает время контакта жидкой матричной фазы сплава и армирующих частиц, в результате возрастает степень их растворения, снижается концентрация износостойкой фазы и в итоге уменьшается износостойкость композиционного сплава в целом.

Скорость наплавки в исследуемом диапазоне режимов не оказывает заметного влияния на показатели износостойкости. Однако при дальнейшем ее увеличении происходит ухудшение формирования наплавленного валика, что приводит к несплавлениям, исчезновению общей сварочной ванны, снижению степени проплавления основного металла и невозможности ведения процесса.

При минимальных значениях скорости подачи присадочного материала обеспечивается получение наплавленного металла с низкими эксплуатационными показателями. При этом при фиксированном значении тока наплавки образуется сварочная ванна большого объема, что приводит к растворению армирующих частиц и снижению износостойкости сплава.

При повышении скорости подачи присадочного материала увеличивается объем поступления в плазменную дугу присадочного металла, подлежащего расплавлению, на что необходимо большее количество тепла.

В результате уменьшается растворение армирующих частиц, улучшается формирование наплавленного валика, возрастает его износостойкость. Превышение оптимальной скорости подачи присадочного материала ведет к снижению эффективности плавления поступающего присадочного материала и основного металла, что приводит к прекращению процесса наплавки (см. рис. 2, участок показан штриховой линией).

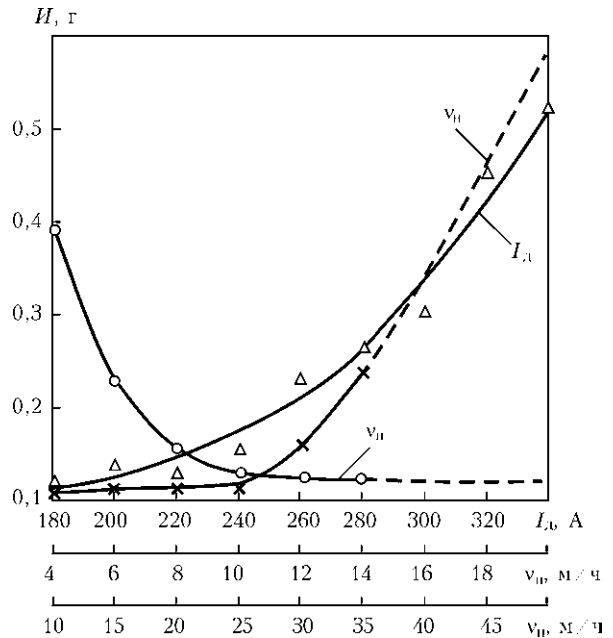


Рис. 2. Влияние основных технологических параметров процесса плазменной наплавки на износ композиционного металла

Таким образом, для каждого типоразмера присадочного материала (ширины и толщины ленточного релита) существует оптимальная область основных технологических показателей процесса наплавки (силы тока, скорости наплавки и скорости подачи присадочного материала), взаимосвязанных между собой и оказывающих решающее значение на формирование и геометрические параметры наплавленных валиков.

Между скоростью наплавки, скоростью подачи присадочного материала и силой тока плазменной дуги существует тесная зависимость (рис. 3). Повышение скорости наплавки обычно сопровождается увеличением скорости подачи присадочного материала для сохранения постоянных раз-

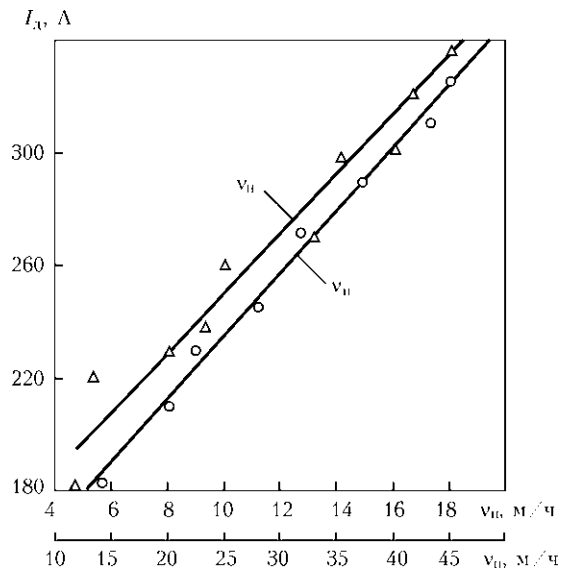


Рис. 3. Зависимость скорости наплавки и скорости подачи присадочного материала от силы тока плазменной наплавки

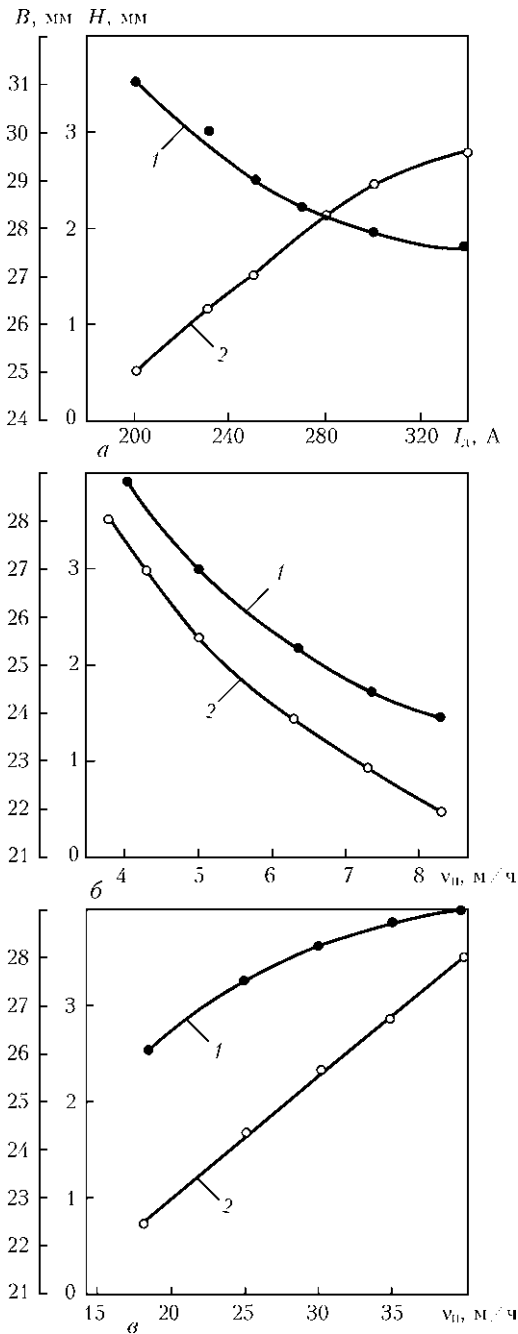


Рис. 4. Влияние тока плазменной дуги (а), скорости наплавки (б) и скорости подачи присадочного материала (в) на высоту H (1) и ширину B (2) наплавленного валика

меров наплавленного валика. При этом приходится увеличивать ток плазменной дуги, чтобы обеспечить плавление большего количества присадочного материала.

Таким образом, выбор оптимальных режимов плазменной наплавки сводится к определению силы тока, скорости наплавки и скорости подачи присадочного материала. Значения остальных параметров процесса (расход плазмообразующего и защитного газа, напряжение дуги и пр.) незначительно влияют на формирование износостойкого сплава и поддерживаются в указанных выше пределах.

Влияние основных технологических параметров процесса плазменной наплавки на размеры и форму наплавленных валиков показано на рис. 4.

Как показывает опыт, толщина слоя наплавленных валиков не должна превышать 4...5 мм, иначе наблюдается резкое снижение качества наплавки, выражающееся в значительном растворении армирующих частиц. Минимальная толщина наплавленного металла, которую удалось получить при использовании ленточного релита с армирующими зернами размером 0,40...0,63 мм, составляет около 0,7 мм, однако ведение такого процесса наплавки представляет собой значительную трудность, основная роль при этом отводится качеству присадочного материала.

Таким образом, определены основные технологические показатели процесса плазменной наплавки ленточным релитом и их влияние на качество композиционного наплавленного металла. Установлено, что наибольшее влияние на износостойкость композиционного сплава оказывает сила тока плазменной дуги.

1. Гладкий П. В., Переплетчиков Е. Ф., Рябцев И. А. Плазменная наплавка. — Киев: Екотехнологія, 2007. — 292 с.
2. А. с. 1622097. Способ плазменной наплавки композиционных сплавов / А. И. Белый. — Оpubл. 22.09.1990.
3. Белый А. И. Материалы и технология наплавки композиционным сплавом элементов бурильной колонны: Дис. ... канд. техн. наук. — Киев: ИЭС им. Е. О. Патона НАНУ, 2006. — 170 с.
4. ТУ ИЭС 677–88. Релит ленточный АН-ЛЗП.

The paper presents the results of experiments on determination of the influence of technological parameters of the process of plasma cladding of composite alloys using filler material in the form of flux-cored strip consisting of a metal sheath and core, on formation and wear-resistance of deposited metal. Strip core included hard-alloy grains based on fused tungsten carbide.

Поступила в редакцию 25.12.2009