

УДК 621.791.92

Влияние параметров режима дуговой наплавки с применением порошковой проволоки на формирование наплавленного валика и характеристики шва

Коберник Николай Владимирович^{1,2}

koberniknv@bmstu.ru

SPIN-код: 3954-8785

Орлик Антон Геннадьевич³

agorlik@bmstu.ru

SPIN-код: 5130-4157

Орлик Геннадий Владимирович³

gvorlik@bmstu.ru

SPIN-код: 3176-0854

Пономарев Олег Игоревич^{2,3(*)}

ponomarev.oi@bmstu.ru

SPIN-код: 3589-7000

¹ НУЦСК им. МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия² МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия³ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Аннотация. Систематически изучено влияние комбинации параметров силы сварочного тока, скорости наплавки и угла наклона сварочной горелки на формирование наплавленного валика, интенсивность разбрызгивания и геометрию шва при наплавке порошковой проволокой в защитном газе. Рассмотрены режимы наплавки без колебаний и с поперечными колебаниями горелки (частота 1 Гц, амплитуда 5 мм) при ведении процесса углом назад и углом вперед, выполнен отбор оптимальных режимов. Установлено, что применение колебаний горелки позволяет обеспечить устойчивое формирование валика с улучшенными геометрическими характеристиками.

Ключевые слова: наплавка, порошковая проволока, угол наклона горелки, скорость наплавки, сила тока, разбрызгивание, геометрия шва

Введение. Дуговая наплавка порошковой проволокой в защитных газах широко применяется при восстановлении и упрочнении деталей машин [1, 2]. Качество формируемого наплавленного валика в значительной степени определяется параметрами режима наплавки, такими как сила сварочного тока, скорость наплавки и угол наклона горелки [3]. Неправильный выбор указанных параметров приводит к ухудшению геометрии шва и увеличению уровня разбрызгивания, что снижает технологическую эффективность процесса [4]. В связи с этим, актуальной является задача экспериментального исследования влияния параметров режима дуговой наплавки на формирование наплавленного валика и выбор оптимальных технологических режимов. Целью настоящей работы являлось исследование влияния параметров режимов наплавки на формирование валика, уровень разбрызгивания и геометрические характеристики шва при наплавке порошковой проволокой.

Методы и материалы; результаты. Экспериментальные исследования проводились при наплавке порошковой проволокой диаметром 1,6 мм

на подложку из стали СтЗсп в защитной газовой смеси $\text{Ar}+\text{CO}_2$ (80/20). Подача проволоки во всех экспериментах составляла 7 м/мин, расход защитного газа — 23 л/мин. В ходе исследований варьировались сила сварочного тока, скорость наплавки, а также угол и направление ведения горелки (углом назад и углом вперед). Качество наплавленных швов оценивалось по устойчивости формирования валика, уровню разбрызгивания и геометрическим параметрам шва, определяемым по результатам анализа макрошлифов. Режимы, при которых отсутствовало формирование наплавленного валика, исключались из дальнейшего анализа. На первом этапе была проведена оценка режимов наплавки без применения колебаний горелки. Установлено, что при ведении процесса углом назад обеспечивается более устойчивое формирование наплавленного валика и меньший уровень разбрызгивания по сравнению с наплавкой углом вперед (рис. 1). При увеличении силы сварочного тока наблюдалось возрастание интенсивности разбрызгивания, тогда как изменение скорости наплавки оказывало существенное влияние на геометрию шва, в частности на глубину проплавления и краевого угол смачивания (рис. 2).

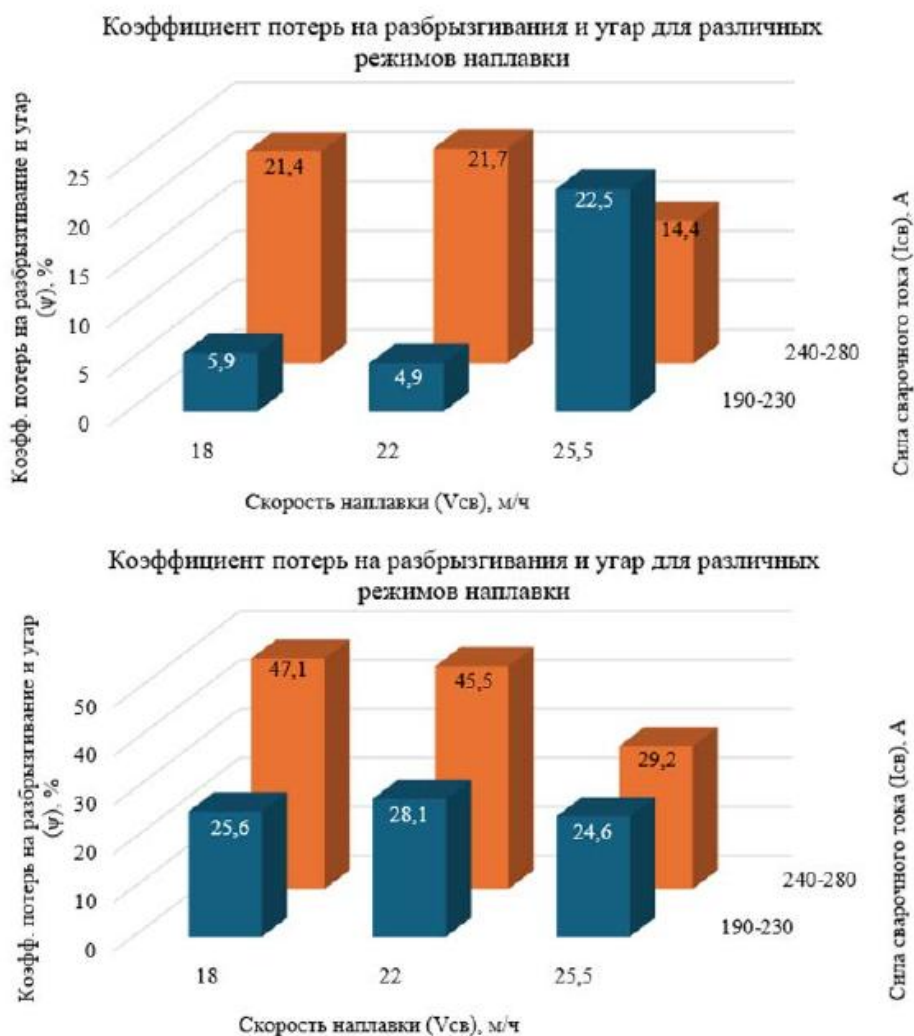


Рис. 1. Диаграмма коэффициента потерь на разбрызгивание и угар (ψ) для различных режимов наплавки

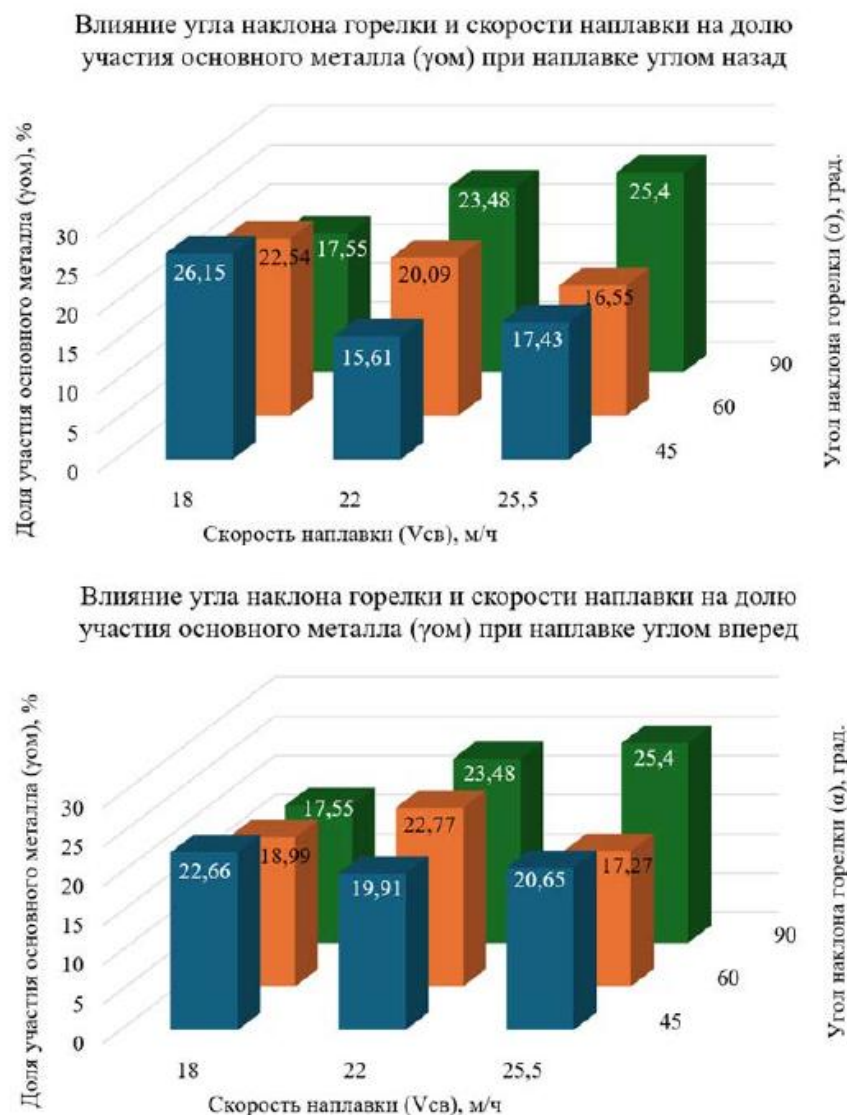


Рис. 2. Диаграмма доли участия основного металла для различных режимов наплавки

Введение поперечных колебаний горелки с частотой 1 Гц и амплитудой 5 мм позволило улучшить стабильность формирования наплавленного валика. При этом из трех первоначально рассмотренных режимов наплавки устойчивое формирование шва обеспечивалось только для двух диапазонов [5].

По результатам сравнительного анализа был выбран оптимальный режим наплавки А51, обеспечивающий устойчивое формирование наплавленного валика и минимальный уровень разбрызгивания. Наплавка при данном режиме осуществлялась при силе сварочного тока в диапазоне 190–230 А, напряжении дуги около 28 В, подаче порошковой проволоки 7 м/мин, скорости наплавки 22 м/ч и угле наклона горелки 45° при ведении процесса углом назад. По сравнению с ранее отобранными режимами указанный режим характеризовался более благоприятной геометрией шва и сниженным уровнем разбрызгивания.

Заключение. В ходе проведенных исследований показано преимущество ведения процесса углом назад по сравнению с наплавкой углом вперед.

Определен оптимальный режим наплавки А51, обеспечивающий устойчивое формирование шва, минимальный уровень разбрызгивания и благоприятные геометрические характеристики. Полученные результаты позволяют сократить потери материала на разбрызгивание на 15–20 % и повысить стабильность наплавки при восстановлении деталей машин и также могут быть использованы при выборе технологических режимов дуговой наплавки порошковой проволокой.

Список источников

- [1] Орлик А.Г. *Разработка технологии механизированной дуговой наплавки покрытия с заданным комплексом свойств, стойкого к гидроабразивному износу*. Дис. ... канд. техн. наук. Москва, 2012.
- [2] Lancaster J.F. *The Physics of Welding*. Oxford, Pergamon Press, 1986, 340 p.
<https://doi.org/10.1088/0305-4624/15/2/I05>
- [3] Федоренко В.Н., Кузнецов А.И. Влияние параметров режима дуговой сварки и наплавки на формирование сварочной ванны. *Сварочное производство*, 2019, № 5, с. 12–17.
- [4] Yu J., Kim D. Effects of welding current and torch position parameters on bead geometry in cold metal transfer welding. *Journal of Materials Processing Technology*, 2018, vol. 255, pp. 645–654. <https://doi.org/10.1007/s12206-018-0831-3>
- [5] Ерофеев В.А., Захаров С.К., Зотова С.В. Влияние параметров дуговой наплавки порошковых материалов на свойства поверхности инструмента. *Известия высших учебных заведений. Машиностроение*, 2017, № 6, с. 45–51.