

УДК 621.791

Лебедев В. А, Лендел И. В.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ ДУГОВОЙ СВАРКИ И НАПЛАВКИ НЕРЖАВЕЮЩИХ СТАЛЕЙ С ИМПУЛЬСНОЙ ПОДАЧЕЙ ЭЛЕКТРОДНОЙ ПРОВОЛОКИ

Совершенствование процессов механизированной и автоматической дуговой восстанавливающей и упрочняющей наплавки плавящимся электродом – актуальная задача, которая решается рядом технологических и технических способов [1]. При этом основные направления совершенствования направлены на минимизацию проплавления основного металла и смешивания электродного металла, зачастую имеющего специальные свойства, с металлом обрабатываемой детали, получение благоприятной структуры наплавленного металла, способной повысить эксплуатационные свойства детали. Всегда остаются желаемыми и имеют большое значение результаты, способствующие снижению энерго- и ресурсозатрат. Всё это по отдельности в комплексе можно получить, используя импульсные методы управления переносом электродного металла, реализуемые с помощью источника сварочного или механизма подачи электродной проволоки с импульсными алгоритмами функционирования [2].

Известны результаты, получаемые с использованием управляемой импульсной подачи электродной проволоки при сварке и наплавке конструкционных углеродистых сталей обыкновенного качества (Ст3, Ст.20 и им подобные) [3], а также конструкций из сплавов алюминия [4]. Однако остаётся невыясненными вопросы, связанные со сваркой и наплавкой нержавеющей сталей, используемых при изготовлении конструкций различного назначения, а также многочисленных узлов разных инструментов.

Целью настоящей работы явилось выяснение возможности совершенствования процессов сварки и наплавки нержавеющей сталей с использованием импульсных алгоритмов функционирования современных систем подачи электродной проволоки механизированного и автоматического оборудования для дуговой сварки и наплавки плавящимся электродом.

Актуальность работы дополнительно может определяться простотой реализации способа сварки и наплавки с управляемой импульсной подачей электродной проволоки даже в монтажных условиях, где другие способы менее доступны для применения или требуют применения дополнительных технических средств или технологических приёмов.

В настоящее время разработаны достаточно совершенные системы подачи электродной проволоки на основе шаговых [5] и вентильных [6] компьютеризованных электроприводов. Как показали экспериментальные исследования, по совокупности реализуемых характеристик, вентильные электроприводы имеют несколько лучшие показатели и поэтому при выполнении комплекса исследовательских работ по наплавке нержавеющей сталей были использованы системы подачи с вентильными электродвигателями.

Экспериментальная установка с точным поддержанием скорости наплавки и вылета электродной проволоки, на которой выполнялся цикл работ по выявлению возможностей управляемой импульсной подачи при наплавке нержавеющей сталей, представлена на рис.1.

Следует отметить, что в установке применен ряд специальных датчиков, позволяющих отслеживать важнейшие для процесса параметры, основные из которых следующие:

- холловский датчик тока с широкой полосой пропускания;
- инкрементальный датчик скорости подачи электродной проволоки, позволяющий с достаточной точностью определять параметры импульсов движения проволоки: частоту, скважность, амплитуду.

Наплавка производилась на образцы из никельсодержащих сталей типа 12X18H10T электродной проволокой типа Св-08Х25Н13БТЮ диаметром 1,2 мм. В качестве рекомендованной защитной среды использовался газ CO<sup>2</sup>.

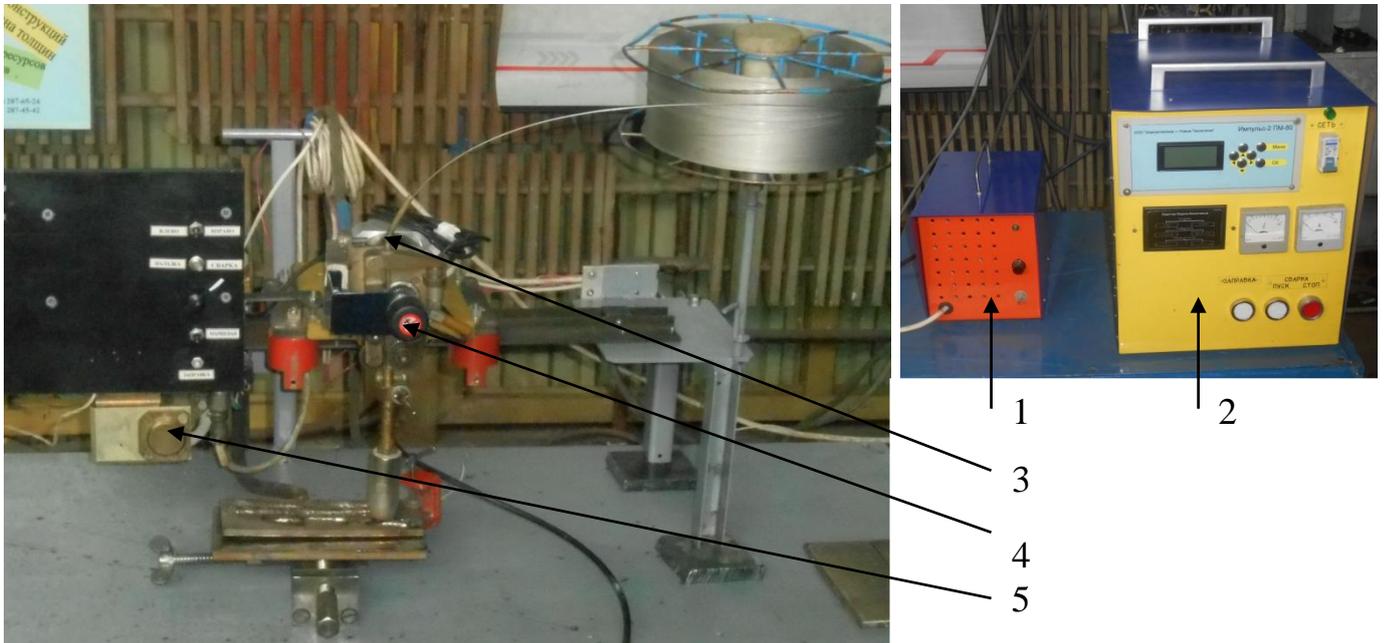


Рис. 1. Экспериментальная установка для изучения влияния импульсной подачи электродной проволоки на сварку и наплавку нержавеющей сталей:

1 – блок питания; 2 – компьютеризованная система управления; 3 – безредукторный механизм импульсной подачи электродной проволоки; 4 – инкрементальный датчик скорости подачи; 5 – механизм сварочного перемещения

На рис. 2 представлены характерные осциллограммы тока дугового процесса и скорости импульсной подачи электродной проволоки. Следует отметить, каждому импульсу подачи соответствует импульс короткого замыкания дугового промежутка. Очевидно, что процесс носит управляемый характер.

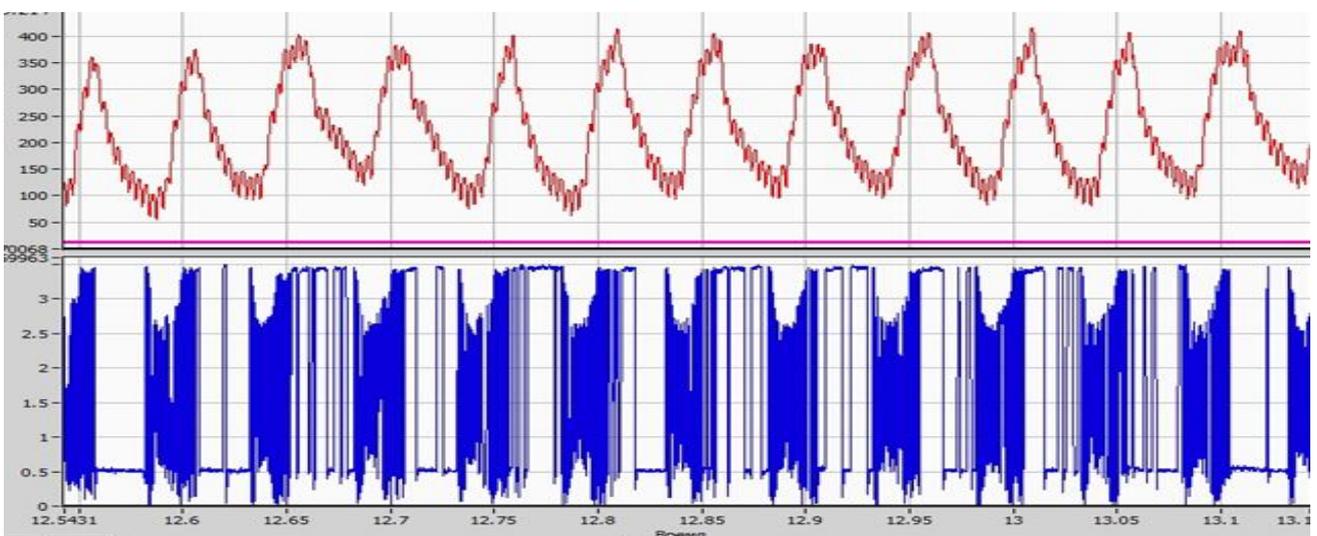


Рис. 2. Осциллограммы тока и скорости подачи электродной проволоки

В экспериментах, проводимых по специально разработанной методике, определялось влияние регулируемой импульсной подачи на формирование наплавленного валика, проплавление основного металла. На рис. 3 дана сравнительная фотография наплавленных валиков при неизменной скорости подачи и при импульсном её движении.



Рис. 3. Внешние виды наплавленных валиков при подаче электродной проволоки: 1 – непрерывной; 2 – импульсной

Наплавка производилась на токах порядка 200 А и напряжении 25–30 В. Кроме этого определялись реально затраченные уровни электроэнергии с периодом измерения-выборки – 5 с. Для этой цели использовался оригинальный прибор, разработанный в ИЭС им. Е.О. Патона и описанный в работе [7].

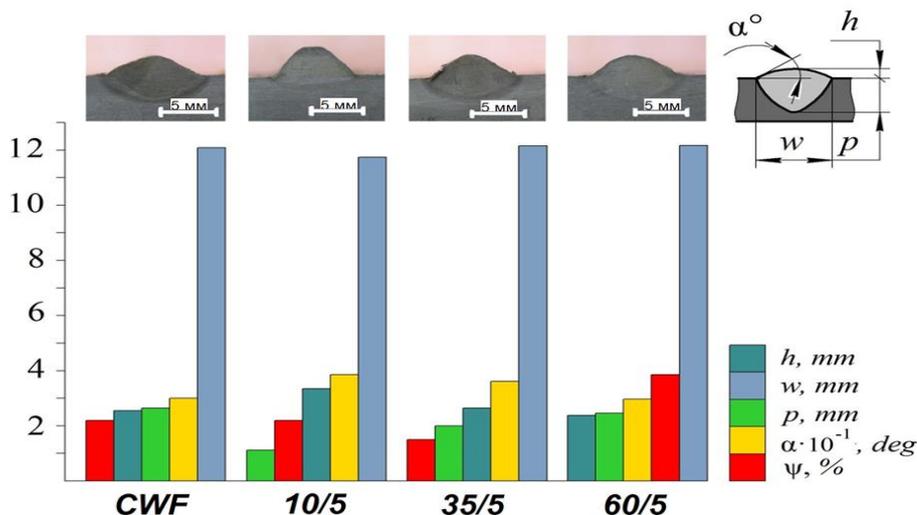


Рис. 4. Изменения геометрических размеров шва при различных параметрах импульсной подачи:

CWF – обычная подача электродной проволоки

Результаты экспериментов обрабатывались по специальным программам, позволяющим с высокой точностью определить геометрические характеристики наплавленного валика по макрошлифам. Результаты этой части работы представлены графически на рис.4. Анализ полученных результатов позволяет утверждать, что импульсная подача с управляемыми параметрами позволяет в достаточно широком диапазоне изменять геометрические характеристики наплавленного металла, а также глубину проплавления. Последний параметр является одним из самых важных, и он в значительной степени подвержен регулированию.

Важнейшими показателями при сварке и наплавке нержавеющей стали, как впрочем и других материалов являются возможности по ресурсу и энергосбережению при применению различных средств и способов улучшения характеристик процесса. В работе исследовались уровни потерь электродного металла на разбрызгивание, а также затраты электроэнергии.

По потерям электродного металла можно отчасти судить по рис. 3, а реально они составляют величину в 1,8–2,5 раза меньшую при управляемой импульсной подаче в сравнении с обычной подачей.

Уровни затрат электроэнергии в зависимости от частоты  $f$  при обычной подаче (скважность  $S=1$ ) в сравнении с импульсной подачей (скважность следования импульсов  $S=5$ ) представлены на рис. 5.

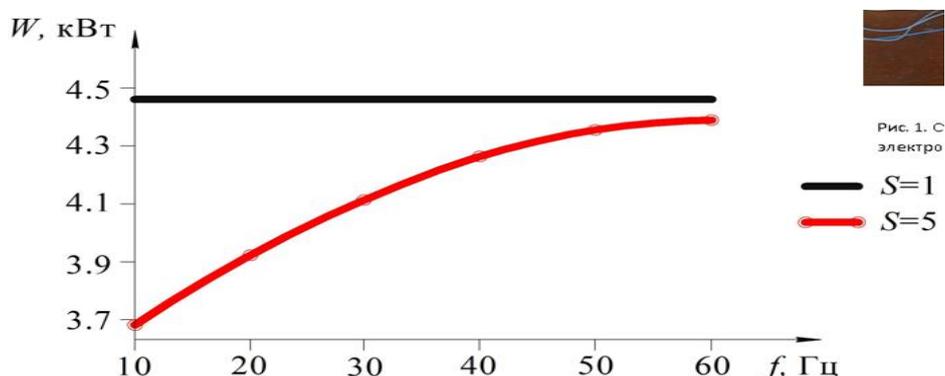


Рис. 5. Зависимость потерь электроэнергии от частоты импульсов подачи электродной проволоки

Очевидно, что при определённых параметрах импульсной подачи можно достичь 15–18% уровня снижения затрат электроэнергии при процессах сварки-наплавки нержавеющей стали с управляемой импульсной подачей электродной проволоки.

Следует отметить, что выборочные эксперименты проводились с другими типами нержавеющей стали. Тенденции в описанных выше результатах сохраняются.

## ВЫВОДЫ

Сравнивая полученные результаты с теми, что получены при сварке – наплавке сталей обачного качества [3], можно заключить, что они несколько хуже. Очевидно, что химические и теплофизические свойства сталей оказывают влияние на реализацию управляемого переноса электродного металла за счёт импульсной подачи электродной проволоки. Этот аспект является направлением дальнейшего исследования влияния характеристик наплавляемого материала на эффективность применения сварки-наплавки с импульсной подачей электродной проволоки.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние технологических режимов сварки на физико-механические характеристики металла различных зон сварных соединений низколегированной стали / Э.С. Горкунов, Ю.Н. Сараев, С.М. Задворкин, Е.А. Путилова // Вопросы материаловедения. – 2015. – № 1. – С.120–126.
2. Использование механических импульсов для управления процессами автоматической и механизированной сварки плавящимся электродом / Б.Е. Патон, В.А. Лебедев, С.И. Полосков, И.В. Лендел // Сварка и диагностика. – 2013. – №6. – С.16–20.
3. Лебедев В.А. Особенности сварки сталей с импульсной подачей электродной проволоки / В. А. Лебедев // Сварочное производство. – 2007. – №. 8. – С.30–35.
4. Лебедев В.А Энерго и ресурсосберегающие технологии с использованием оборудования для сварки, наплавки и резки сталей и алюминия / В. А. Лебедев // Труды международной научно-практической конференции «Экология окружающей среды -2008» «Энерго-и ресурсосбережение в промышленности, энергетике и на транспорте» – Киев, 2008. – С.59–63.
5. Лебедев В.А. Автоматическая сварка под флюсом с импульсной подачей шаговым двигателем электродной проволоки / В.А. Лебедев, С.В. Драган, К.К. Трунин // Сварочное производство. – 2016. – №. 2. – С.27–34.
6. Лебедев В. А. Современные вентиляльные электроприводы в системах механизированного сварочного оборудования / В.А. Лебедев, В.В. Рышша, И.Н. Радимов // Электромашинобудування та електрообладнання. – Київ : Техніка, 2009. – Випуск 74. – С.22–24.
7. Лебедев В. А. Устройство для оценки энергоэффективности процессов / В. А. Лебедев, М. В. Гулый, Г. А. Плехотко // Сварка и диагностика. – 2011. – № 3. – С. 50–53.