

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕНОСОМ КАПЕЛЬ РАСПЛАВЛЕННОГО МЕТАЛЛА ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Филонов А.В.¹, Крюков А.В.¹

Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», Юрга, Россия (652050, Юрга, ул. Ленинградская, 26), e-mail: a.filonow@mail.ru

В работе приведен литературный обзор систем управления переносом капель расплавленного металла при дуговой сварке в защитных газах. Рассмотрены варианты реализации соответствующих систем, отмечены положительные и отрицательные моменты их реализации. Электрические системы в настоящее время изучены наиболее полно и воплощены в различных импульсных источниках питания сварочной дуги. Механические системы представлены различными типами подающих механизмов, осуществляющих импульсную подачу электродной проволоки. Углубленно рассмотрены механизмы с приводом подачи от электромагнитов и электродвигателей. Наряду с механическими и электрическими системами приведены примеры комбинированных систем управления. Управление переносом капель расплавленного металла при дуговой сварке с помощью различного вида импульсных воздействий является актуальной проблемой.

Ключевые слова: системы управления, перенос капель, импульсная подача, подающий механизм, электромагнит, электродвигатель.

CONTROL SYSTEMS TRANSFER OF THE DROPLETS OF MOLTEN METAL ARC WELDING

Filonov A.V.¹, Kryukov A.V.¹

Yurginskij Technological Institute (branch) of the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education, "National Research Tomsk Polytechnic University", Jurga, Russia (652050, Jurga, Leningradskaya str., 26), e-mail: a.filonow@mail.ru

The paper presents a systematic review of the control systems of the droplets of molten metal in arc welding in shielding gases. The variants of the implementation of appropriate systems, the positive and negative aspects of their implementation. Electric systems are currently studied more fully and are embodied in the various switching power supplies welding arc. Mechanical systems are represented by different types of feeders, a pulsed electrode wire feed. Having considered in depth the mechanisms driven by supply electromagnets and motors. Along with the mechanical and electrical systems are examples of combined control systems. The Office of the droplets of molten metal arc welding using various types of impulse actions is an urgent problem.

Keywords: control system, the transfer of drops, pulse feed, the feed mechanism, electromagnet, electric motor.

Многие характеристики процесса сварки плавящимся электродом в защитных газах зависят от типа каплепереноса металла электрода. Типы переноса металла, а также силы, действующие на металл электрода в дуге, описаны в работах [18, 19]. Каждый тип переноса металла характеризуется как преимуществами, так и недостатками.

Возможны несколько вариантов получения капель заданной массы. Одним из перспективных направлений для решения задач управления каплепереносом является введение в процесс импульсных воздействий [16]. В настоящее время получили развитие три системы управления каплепереносом:

– электрические системы, воздействующие на процесс импульсами тока от специальных источников (импульсно-дуговой процесс);

- механические системы, реализуемые с помощью подающих механизмов с импульсной подачей электродной проволоки;
- комбинированные системы, сочетающие совместное воздействие электрических и механических систем.

Первое направление – электрические системы – изучено наиболее полно и воплощено в различных импульсных источниках питания сварочной дуги [9]. Разнообразие способов реализации первого направления позволяет получить практически любые алгоритмы изменения энергетических характеристик сварочной дуги. Кроме того, реализация обратных связей в подобных устройствах позволяет создавать адаптивные системы управления.

К недостаткам подобных устройств можно отнести сложность схемотехнических решений и, как следствие, более высокую их стоимость. Сложность, а иногда невозможность работы в сложных условиях высоких электромагнитных возмущений.

Вторую группу – механические системы – согласно классификации, предложенной Шигаевым Т.Г. [22], представляют устройства, оказывающие воздействие на систему подачи присадочного материала (рис. 1).

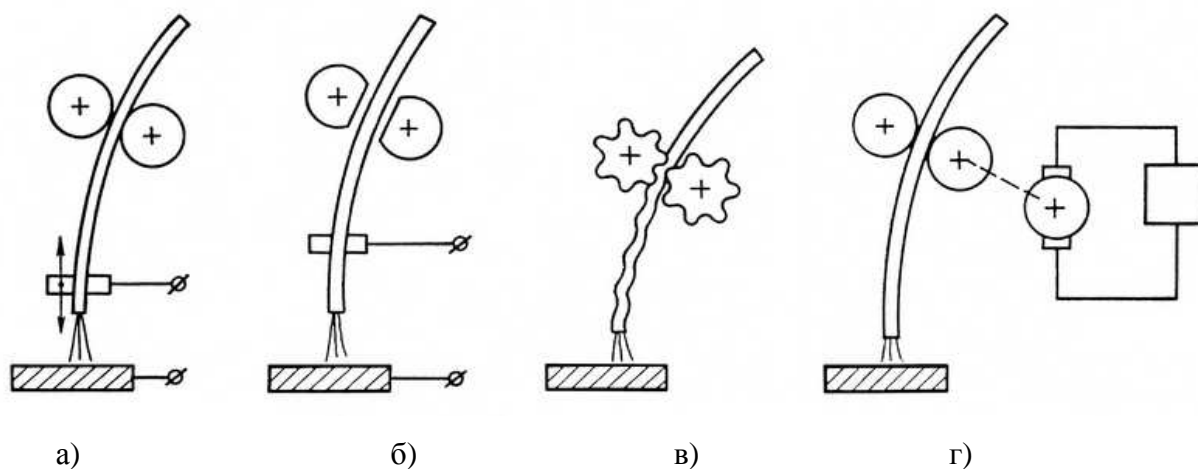


Рисунок 1. Устройства, воздействующие на систему подачи присадочного материала

Устройства, воздействующие на систему подачи присадочного материала, представлены механизмами с изменяемым местом токоподвода (рис.1, а), механизмами с некруглыми (рис.1, б) и специальными спрофилированными роликами (рис.1, в), механизмами с изменяемой скоростью вращения двигателя подачи электродной проволоки (рис. 1, г). Данные механизмы повышают стабильность процесса сварки, а также улучшают формирование сварного шва. Общими недостатками механизмов представленной группы являются узкий частотный диапазон, сложность, а иногда невозможность коррекции режимов в ходе сварки. Но, с другой стороны, подобные устройства наименее критичны по отношению

к используемому источнику питания и роду тока, т.е. данные способы можно реализовать в комплектации с серийными источниками питания.

В настоящее время материалы, касающиеся данного вопроса и изложенные в работе [22], получили дальнейшее развитие. Поэтому представляется необходимым дополнить, приведенную выше информацию.

Существующие механизмы импульсной подачи электродной проволоки можно разделить по ряду признаков, определяющих их характерные особенности.

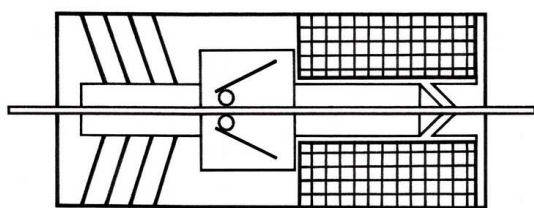
Одним из важных признаков механизмов подачи как постоянной, так и импульсной является способ подачи проволоки. Согласно этому признаку, можно провести разделение на механизмы:

- толкающего типа (подающее устройство располагается перед направляющим каналом, его работа заключается в проталкивании проволоки через сварочный шланг в зону сварки);
- тянущего типа (подающее устройство находится после направляющего канала, механизм работает на вытягивание проволоки из сварочного шланга).

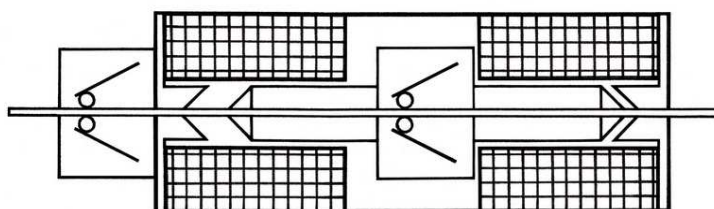
Другим классификационным признаком может являться вид применяемого привода подачи электродной проволоки. В соответствии с данным признаком можно выделить два основных направления в развитии механизмов импульсной подачи сварочной проволоки:

- механизмы с приводом от электродвигателя (постоянного или переменного тока, шаговые электродвигатели);
- механизмы с приводом подачи от электромагнитов.

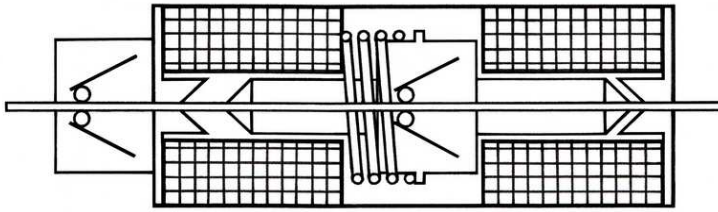
В качестве примера можно рассмотреть три типичные схемы реализации подающих механизмов на основе электромагнитов (рис. 2) [2, 4].



а)



б)



в)

Рисунок 2. Подающие механизмы на основе электромагнитов

Один из обобщённых вариантов электромагнитных подающих устройств представлен на рис. 2, а. Возвратный элемент в этих конструкциях исполнен в виде либо пружины [6], либо в виде упругих мембран [5, 20]. Недостатком механизмов такого исполнения является нерациональное использование мощности электромагнита, которая используется не только для подачи сварочной проволоки, но и для сжатия возвратного элемента.

Механизм, в котором вместо возвратной пружины используется второй электромагнит [5, 21], представлен на рис. 2, б. К его недостаткам можно отнести низкую скорость нарастания подачи проволоки и нестабильность шага импульса, потому что, как и у предыдущего, для преодоления первоначальной инерции механизм требует увеличения мощности электромагнита, а возвратный электромагнит используется не в полную силу.

Наиболее удачным решением можно назвать механизм, который при возврате захвата, не требующего больших усилий, одновременно сжимает пружину (рис. 2, в) [3], т. е. накапливает энергию по мере втягивания якоря электромагнита, а затем эта энергия отдается в начальный момент движения проволоки, что приводит к её быстрому разгону и позволяет максимально использовать всю энергию, подведённую к подающему механизму.

Подающие механизмы с приводом от электродвигателя, помимо представленных в работе [22], можно дополнительно разделить на:

1. Безредукторные механизмы с приводом от электродвигателя [7];
2. Механизмы с эцентриковым роликом или профилированным кулачком;
3. Механизмы с программируемым напряжением питания электродвигателя подачи [8];
4. Механизмы с подвижным захватом на основе квазиволнового преобразователя (КВП) [10, 15];
4. Подающие механизмы с шаговым электродвигателем;
5. Безредукторные механизмы с вентильным электроприводом [14].

Анализ информационных источников показал, что ведущими разработчиками в этом направлении развития импульсных подающих механизмов являются Института электросварки им. Е.О. Патона (Украина) и фирма «Fronius».

С позиции украинских специалистов, наиболее совершенными и универсальными, отличающимися значительными возможностями регулирования параметров импульсов,

являются механизмы с КВП, в которых подающий ролик устанавливается непосредственно на валу электродвигателя, программируемое импульсное вращение вала которого обеспечивает микропроцессорная система управления [16]. Одним из последних их решений является система импульсной подачи электродной проволоки с использованием специального вентильного электропривода, оснащенного компьютеризированным регулятором характеристик вращения вала [11, 17].

Фирма «Fronius» разработала способ управления переносом металла с торговой маркой СМТ (Cold Metal Transfer). Во время короткого замыкания проволока оттягивается назад, протекание тока прекращается, капля переходит в ванну без брызг [1, 12]. Фактически данный способ является одним из представителей третьей системы управления каплепереносом – комбинированной.

Механизмы импульсной подачи на основе электродвигателей с возможностью безредукторной импульсной подачи представляют собой перспективные разработки, однако необходимо учитывать, что их стоимость превосходит стоимость обычных систем в 1,2-1,5 раза [13].

Таким образом, управление каплепереносом с помощью различного вида импульсных воздействий является актуальным, что подтверждается современным развитием сварочного оборудования и технологии с целью получения сварного шва с заданными свойствами.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 14_08_31036

Список литературы

1. Бондаренко В.Л. Дуговая сварка с импульсной подачей электродной проволоки – процесс СМТ, предложенный фирмой «Фрониус» // Автоматическая сварка. – 2004. - № 12. – С. 55-58.
2. Брунов О.Г. Механизированная сварка в среде активных газов с импульсной подачей проволоки: научное издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 137 с.
3. Брунов О.Г., Федько В.Т., Князьков А.Ф., Слистин А.П. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2136463. 1999.
4. Брунов О.Г., Федько В.Т., Слистин А.П. Механизмы импульсной подачи сварочной проволоки // Технология металлов. – 1999. - № 11. – С. 7-9.
5. Воропай Н.М. Принципы построения устройств для импульсной подачи сварочной проволоки // Автоматическая сварка. – 1998. - № 8. – С. 19-25.

6. Воропай Н.М., Савельев О.Н., Семергеев С.С. Электромагнитные механизмы импульсной подачи сварочной проволоки // Автоматическая сварка. – 1980. - № 1. – С. 46-49.
7. Ковешников С.П., Белоусов А.Н., Павлов В.Ф., Полосков С.И. Безредукторные механизмы импульсной подачи сварочной проволоки // Сварочное производство.– 1984. - №5.– С. 32-34.
8. Красношапка В.В., Кузнецов В.Д., Скачков И.О. Использование привода постоянного тока для импульсной подачи сварочной проволоки // Автоматическая сварка.– 1993. - №9. – С. 53-54.
9. Лебедев В.А. Тенденции развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла (обзор) // Автоматическая сварка. – 2010. - № 10. – С. 45–53.
10. Лебедев В.А. Особенности конструирования механизмов импульсной подачи электродной проволоки в сварочном оборудовании // Автоматическая сварка.– 2003. - №3.– С. 48-52.
11. Лебедев В.А. Особенности управления процессом сварки плавящимся электродом с импульсной подачей электродной проволоки // Сварка и Диагностика. – 2014. - № 1. – С. 15-18.
12. Лебедев А.В. Транзисторные источники питания для электродуговой сварки (обзор) // Автоматическая сварка. – 2012. - № 9. – С. 34-40.
13. Лебедев В.А. Классификация механизмов подачи электродной проволоки для сварочного оборудования // Сварочное производство. – 2010. - № 1. – С. 31-37.
14. Лебедев В.А., Максимов С.Ю., Пичак В.Г. и др. Новые механизмы подачи электродной и присадочной проволок // Сварочное производство. – 2011. - № 5. – С. 35-39.
15. Лебедев В.А., Мошкин В.Ф., Пичак В.Г. Новые механизмы для импульсной подачи электродной проволоки // Автоматическая сварка.– 1996. - №5.– С. 39-44.
16. Патон Б.Е., Лебедев В.А., Пичак В.Г., Полосков С.И. Эволюция систем импульсной подачи электродной проволоки для сварки и наплавки // Сварка и Диагностика. – 2009. - № 3. – С. 46-51.
17. Патон Б.Е., Лебедев В.А., Лендел И.В., Полосков С.И. использование механических импульсов для управления процессами автоматической и механизированной сварки плавящимся электродом // Сварка и Диагностика. – 2013. - № 6. – С. 16-20.
18. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. – Киев: «Екотехнологія», 2007. – 192 с.
19. Потапьевский А.Г., Сараев Ю.Н., Чинахов Д.А. Сварка сталей в защитных газах плавящимся электродом. Техника и технология будущего: монография. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 208 с.
20. Родионов Ю.А., Брунов О.Г., Лысенко А.Ф. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2090325. 1997.

21. Федько В.Т., Брунов О.Г., Лысенко А.Ф. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2104134. 1998.

22. Шигаев Т.Г. Приемы модулирования сварочного тока и устройства для их осуществления // Автоматическая сварка. – 1983. - № 8. – С. 51-55.

Рецензенты:

Крампит А.Г., д.т.н., профессор, Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г.Юрга;

Сапожков С.Б., д.т.н., профессор, Юргинский технологический институт (филиал) федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет», г.Юрга.