

Проведем через точку приложения силы A (рис. 3) окружность с центром на оси вращения, плоскость которой перпендикулярна этой оси. Разложим вектор силы на следующие составляющие: осевую F_z – вдоль оси вращения; радиальную F_r – вдоль касательной к построенной окружности; тангенциальную F_t – вдоль касательной к построенной окружности. Каждая из этих составляющих имеет наглядный и очевидный смысл. Осевая составляющая стремится сдвинуть тело вдоль оси, радиальная составляющая стремится сдвинуть тело по направлению к оси и только тангенциальная составляющая способна придать вращение телу.

Таким образом, для возникновения вихревого движения плазменного столба электрической дуги, на заряженные частицы в межэлектродном промежутке должны действовать все три составляющие силы F . Осевую силу F_z , действующую на заряженные частицы, обеспечивает электрическое поле между катодом и анодом. Радиальная сила F_r , согласно современным моделям дуги, возникает из-за наличия собственного магнитного поля дуги. Тангенциальной силы F_t , которая обеспечивает вихревое движение, в известных моделях дуги не существует. Поэтому эти модели не позволяют адекватно объяснить эффект вращения дуги, наличие вихревой структуры плазменного столба дуги.

Для объяснения наблюдаемого в экспериментах вращения столба дуги и электродных пятен разработана электродинамическая вихревая модель электрической дуги. Согласно этой модели при возбуждении дуги сначала формируется вихревой шнур, образованный упорядоченным вихревым движением электронов. Этот электронный вихревой шнур образует основу квазинейтрального вихревого канала проводимости в плазменном столбе электрической дуги. Токопроводящий канал замыкает цепь электрической дуги между анодом и катодом. На границе с электродами он образует характерное свечение – анодное и катодное пятна. Электродинамическая вихревая модель дуги является единственной моделью, в которой дуга рассматривается как физический объект с вихревой структурой.

Литература.

8. Жуковский Н.Е. Основы вихревого движения // Собрание сочинений. Т.7. – М.-Л.: Гостехиздат, 1950. С.132-149.
9. Гельмгольц Г. Основы вихревой теории. – Москва – Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2002, С. 246.
10. Низкотемпературная плазма / В.С. Энгельшт, В.Ц. Гурович, Г.А. Десятков и др. В 7 т. Т.1: Теория столба электрической дуги. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 376.

СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАПЛЕПЕРЕНОСОМ ПРИ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

А.В. Филонов, старший преподаватель

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-09-06
E-mail: a.filonow@mail.ru*

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 [1, 2]. 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 [3]. 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 [4]. 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 высокая их стоимость. Сложность, а иногда невозможность работы в сложных условиях высоких электромагнитных возмущений.

Вторую группу – механические системы – согласно классификации, предложенной в работе [5], представляют устройства, оказывающие воздействие на систему подачи присадочного материала.

Устройства, воздействующие на систему подачи присадочного материала, представлены механизмами с изменяемым местом токоподвода, механизмами с некруглыми и специальными спрофилированными роликами, механизмами с изменяемой скоростью вращения двигателя подачи электродной проволоки. 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 [5], 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.

Подающие механизмы на основе электромагнитов реализуются по трём типичным схемам [6, 7].

Первый вариант – один электромагнит и один возвратный элемент. Возвратный элемент в этих конструкциях исполнен в виде либо пружины [8], либо в виде упругих мембран [9, 10]. Недостатком механизмов такого исполнения является нерациональное использование мощности электромагнита, которая используется не только для подачи сварочной проволоки, но и для сжатия возвратного элемента.

Второй вариант – механизмы, в которых вместо возвратной пружины используется второй электромагнит [9, 11]. 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.

Третий вариант – механизм, который при возврате захвата, не требующего больших усилий, одновременно сжимает пружину (рис. 1) [12], 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, подведенную к подающему механизму.

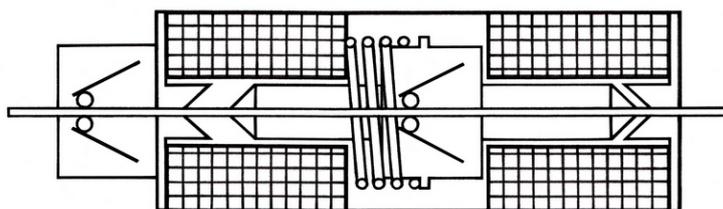


Рис. 1. Подающий механизм на основе электромагнитов

Подающие механизмы с приводом от электродвигателя, помимо представленных в работе [5], можно дополнительно разделить на:

1. Безредукторные механизмы с приводом от электродвигателя [13];
2. Механизмы с эксцентриковым роликом или профилированным кулачком;
3. Механизмы с программируемым напряжением питания электродвигателя подачи [14];
4. Механизмы с подвижным захватом на основе квазиволнового преобразователя (КВП) [15, 16];
5. Подающие механизмы с шаговым электродвигателем;
6. Безредукторные механизмы с вентильным электроприводом [17].

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 [3]. Одним из последних их решений является система импульсной подачи электродной проволоки с использованием специального вентильного электропривода, оснащенного компьютеризированным регулятором характеристик вращения вала [18, 19].

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 [20, 21]. 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 [22].

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.

Литература.

1. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом. Часть 1. Сварка в активных газах. – Киев: «Екотехнологія», 2007. 192 с.
2. 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.
3. 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.
4. Лебедев В.А. Тенденции развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла (обзор) // Автоматическая сварка. – 2010. – № 10. – С. 45–53.
5. Шигаев Т.Г. Приемы модулирования сварочного тока и устройства для их осуществления // Автоматическая сварка. – 1983. – № 8. – С. 51-55.
6. Брунов О.Г. Механизированная сварка в среде активных газов с импульсной подачей проволоки: научное издание. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2007. – 137 с.
7. Брунов О.Г., Федько В.Т., Слестин А.П. Механизмы импульсной подачи сварочной проволоки // Технология металлов. – 1999. – № 11. – С. 7-9.
8. Воропай Н.М., Савельев О.Н., Семергеев С.С. Электромагнитные механизмы импульсной подачи сварочной проволоки // Автоматическая сварка. – 1980. – № 1. – С. 46-49.
9. Воропай Н.М. Принципы построения устройств для импульсной подачи сварочной проволоки // Автоматическая сварка. – 1998. – № 8. – С. 19-25.
10. Родионов Ю.А., Брунов О.Г., Лысенко А.Ф. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2090325. 1997.
11. Федько В.Т., Брунов О.Г., Лысенко А.Ф. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2104134. 1998.
12. Брунов О.Г., Федько В.Т., Князьков А.Ф., Слестин А.П. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки // Патент России № 2136463. 1999.
13. 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.

14. 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.
15. Лебедев В.А. Особенности конструирования механизмов импульсной подачи электродной проволоки в сварочном оборудовании // Автоматическая сварка. – 2003. – №3. – С. 48-52.
16. Лебедев В.А., Мошкин В.Ф., Пичак В.Г. Новые механизмы для импульсной подачи электродной проволоки // Автоматическая сварка. – 1996. – №5. – С. 39-44.
17. Лебедев В.А., Максимов С.Ю., Пичак В.Г. и др. Новые механизмы подачи электродной и присадочной проволоки // Сварочное производство. – 2011. – № 5. – С. 35-39.
18. Лебедев В.А. Особенности управления процессом сварки плавящимся электродом с импульсной подачей электродной проволоки // Сварка и Диагностика. – 2014. – № 1. – С. 15-18.
19. 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.
20. Бондаренко В.Л. Дуговая сварка с импульсной подачей электродной проволоки – процесс СМТ, предложенный фирмой «Фрониус» // Автоматическая сварка. – 2004. – № 12. – С. 55-58.
21. Лебедев А.В. Транзисторные источники питания для электродуговой сварки (обзор) // Автоматическая сварка. – 2012. – № 9. – С. 34-40.
22. Лебедев В.А. Классификация механизмов подачи электродной проволоки для сварочного оборудования // Сварочное производство. – 2010. – № 1. – С. 31-37.

КОРРОЗИОННАЯ СТОЙКОСТЬ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ИЗ ВЫСОКОЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ АУСТЕНИТНОГО КЛАССА

М.А. Кузнецов, Е.А. Зернин, к.т.н., доц., Д.С. Карцев

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. 8(38451)5-09-06

E-mail: kuznechik_85@mail.ru

В сварных соединениях высоколегированных, коррозионно-стойких сталей, вследствие высокой электрохимической гетерогенности, обусловленной неоднородностью химического состава металла шва, структуры, свойств и напряженного состояния происходят наиболее интенсивные коррозионные разрушения по сравнению с основным металлом. Основные трудности свариваемости данных сталей обусловлены многокомпонентностью их легирования и разнообразием условий эксплуатации сварных конструкций. Главной и общей особенностью сварки является склонность к образованию в металле шва и околошовной зоне горячих трещин, имеющих межкристаллитный характер [1]. Это и является основной причиной разрушения трубопроводов, аппаратуры химической, металлургической, энергетической, атомной промышленности, теплоносителей [2,3].

Коррозионному разрушению подвергается аустенитная фаза. Чем больше зерно феррита и чем меньше аустенитная фаза, тем интенсивнее развивается коррозионное разрушение в ОШЗ. Если конкретно брать стали аустенитного класса типа 12X18H10T, то в них происходит коррозионные разрушения по линии сплавления [4]. Данная сталь имеет не высокую стойкость против локального разрушения металла зоны термического влияния и против коррозионного износа по сравнению с другими сталями своего класса [5, 6, 7].

Подтверждено, что механизм охрупчивания металла зоны термического влияния связан с развитием процесса разупрочнения границ аустенитных зерен, способствующих формированию исходной поврежденности структуры в участке крупного зерна при дуговой сварке [8].

Для повышения стойкости сварных соединений к коррозионному износу, а также для восстановления работоспособности оборудования, работающего в коррозионно-активных средах необходим комплексный подход, включающий создание и освоение новых методов восстановления работоспособности оборудования. В процессе эксплуатации происходит активный коррозионный износ, протекающий особенно интенсивно в зонах сварных соединений [9].

Для повышения коррозионной стойкости сварных соединений применяют несколько способов.

Что бы сварные швы обладали высокой стойкостью против горячих трещин и межкристаллитной коррозии необходимо, что бы металл шва имел двухфазную аустенитно-ферритную структуру. Одним из первых способов борьбы с межкристаллитной коррозией было легирование металла шва