



Таблица 3. Износ напыленных покрытий при газоабразивном изнашивании

№ опыта	Плотность покрытия, т/м ³	Время испытаний, с								Интенсивность износа	
		10	20	30	40	50	60	70	80	массовый, г/с	линейный, мкм/с
1	5,43	0,0300	0,0600	0,0800	0,1100	0,1300	0,1500	0,1900	0,2000	0,00270	1,650
2	5,32	0,0100	0,0200	0,0220	0,0320	0,0410	0,0600	0,0650	0,0780	0,00090	0,560
3	5,24	0,0050	0,0110	0,0150	0,0190	0,0260	0,0310	0,0370	0,0410	0,00050	0,320
4	5,18	0,0180	0,0350	0,0530	0,0680	0,0860	0,1000	0,1200	0,1380	0,00173	1,110
5	5,26	0,0020	0,0040	0,0060	0,0070	0,0080	0,0110	0,0120	0,0130	0,00018	0,114
6	5,25	0,0040	0,0070	0,0090	0,0130	0,0160	0,0180	0,0210	0,0250	0,00033	0,210
7	5,28	0,0003	0,0007	0,0009	0,0012	0,0014	0,0017	0,0022	0,0024	0,00003	0,020

рыхтий, которые предварительно определяли методом гидростатического взвешивания:

$$I_{л} = I_{мас} / \rho_{п.окр} S_{п.окр}$$

где $I_{л}$, $I_{мас}$ — соответственно линейный и массовый приведенный износ; $\rho_{п.окр}$, $S_{п.окр}$ — соответственно плотность и площадь покрытий.

Испытанию на стойкость к газоабразивному изнашиванию подвергали покрытия, данные о которых приведены в табл. 1. Для испытаний были подготовлены по четыре образца каждого типа. Фазовый состав и максимальная микротвердость покрытий представлены в табл. 2, а результаты испытаний на газоабразивный износ напыленных покрытий — в табл. 3 и на рисунке.

Наиболее износостойкими оказались покрытия, полученные из композиционного порошка системы FeV–B₄C, содержащие в своем составе бориды ванадия.

Покрытия, в состав которых после напыления входят карбиды титана и карбосилициды железа, были менее износостойкими, а полученные из порошков более крупных фракций и отличающиеся высокой пористостью имели самую низкую стойкость при газоабразивном изнашивании.

Детонационные покрытия, полученные из порошка мелких (–50 мкм) фракций, обладали износостойкостью, значительно превосходящей износостойкость плазменных покрытий, напы-

ленных из порошков фракции –100 мкм. При этом детонационные покрытия содержали незначительное количество карбидных и боридных фаз, однако отличались более низкой пористостью.

При одинаковой микротвердости покрытия, в состав которых входили карбиды титана, карбосилициды железа, по износостойкости уступали покрытиям, содержащим бориды ванадия.

Таким образом, износостойкость газотермических покрытий в условиях газоабразивного изнашивания при малых углах атаки абразива определяется износостойкостью упрочняющей фазы и матрицы. Для получения покрытий с высокой износостойкостью в условиях газоабразивного изнашивания целесообразно применение композиционного порошка системы FeV–B₄C, имеющего размеры частиц 50...80 мкм. Это позволит получать плотные покрытия с высокой когезионной прочностью.

1. *Получение* покрытий высокотемпературным распылением / Под ред. Л. К. Дружинина, В. В. Кудинова. — М.: Атомиздат, 1973. — 368 с.
2. *Газотермические* покрытия из порошковых материалов / Ю. С. Борисов, Ю. А. Харламов, С. А. Сидоренко, Е. Н. Ардатовская. — Киев: Наук. думка, 1987. — 544 с.

Wear resistance of coatings under abrasive wear conditions was found to depend upon the type of hardening phases synthesised during spraying, as well as upon the porosity (cohesion strength) of the coatings.

Поступила в редакцию 21.02.2003

УДК 621.791.1/8+621.791.94]03

СХЕМА ПИТАНИЯ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛУАВТОМАТА ОТ НАПРЯЖЕНИЯ ИСТОЧНИКА СВАРОЧНОГО ТОКА

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

Описана возможность построения систем управления и регулирования с питанием от напряжения источника сварочного тока. Предложено простое и эффективное техническое решение, позволяющее решить как задачу защиты от высоковольтных выбросов напряжения при ведении сварочного процесса, так и питания систем полуавтомата в период короткого замыкания дугового промежутка. Указанное техническое решение нашло применение в гамме полуавтоматов блочно-модульной конструкции типа ПШ 107В и эксплуатируется в промышленных условиях при сохранении независимости от типа используемого в дуговом процессе источника сварочного тока.

Ключевые слова: механизированная сварка, система управления, электропривод, источник сварочного тока, сварочное напряжение, питание, защита, схема

Системы управления циклом работы полуавтоматов и регулируемые электроприводы при дуговой механизированной сварке в защитных газах могут выполняться с питанием от источника

сварочного тока [1]. Это упрощает схемы питания и регулирования и дает существенный технологический эффект [2]. Применение такой схемы оправдано в случае использования простых параметрических регуляторов частоты вращения вала приводного электродвигателя механизма подачи электродной проволоки (как, например, в полуавтоматах А547Ум, А825М). Существенным недостатком таких систем является очень небольшой диапазон регулирования скорости подачи, ограничи-

© В. А. Лебедев, 2003

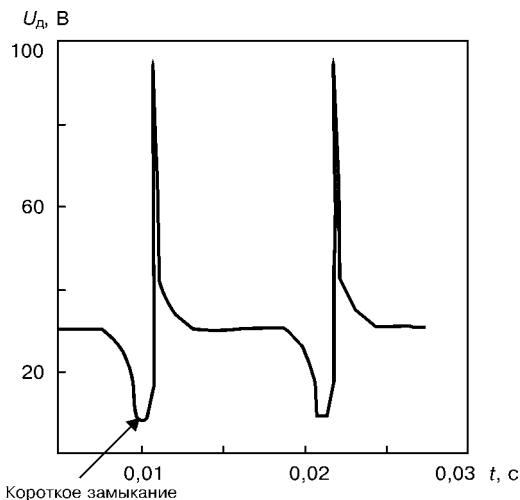


Рис. 1. Осциллограмма напряжения дугового процесса при сварке в углекислом газе

вающий их распространение для других видов и типов дуговых механизированных процессов (сварка алюминия, наплавка, резка, импульсные процессы и др.). В последнее время появилось большое количество разработок систем управления и регулирования полуавтоматов, использующих микросхемотехнику, транзисторные электроприводы с широкими диапазонами регулирования [3]. Было бы полезным осуществить питание таких конструкций от источника сварочного тока, что упростило бы систему питания и решение задачи введения обратных связей по параметрам дугового процесса, исключало дополнительные электрические связи, идущие к блоку подачи полуавтомата. Однако такое построение электрической части полуавтомата затруднено из-за наличия в спектре напряжения дугового процесса высоковольтных составляющих, которые могут быть следствием переходных процессов при сварке с систематическими короткими замыканиями дугового промежутка, при блуждании дуги, при сварке от вращающихся источников сварочного тока — сварочных генераторов (коммутационные перенапряжения). На рис. 1 представлена одна из возможных характерных осциллограмм напряжения дугового процесса при сварке в углекислом газе электродной проволокой типа Св-08Г2С диаметром 1,2 мм. Видно, что импульсы напряжения могут достигать значительных значений, что для транзисторной техники является источником разрушения полупроводниковых структур.

Для решения задачи защиты систем управления и регулирования при их питании от изменяющегося в широких пределах напряжения источника сварочного тока (от напряжения холостого хода до сварочного напряжения) ранее было предложено техническое решение, описанное в [4]. Для случая с импульсными составляющими в спектре напряжения дугового процесса предлагается устройство, представленное на рис. 2. Схема включает дроссель $L1$, подключенный последовательно с диодом $V1$, который зашунтирован резистором $R1$, конденсаторов $C1, C2$ для накопления электроэнергии и диода $V2$. Такая схема защиты отличается от известных и описанных в технической литературе схем фильтров [5]. Это обусловлено необходимостью одновременного решения двух задач: значительного уменьшения или исключения высоких значений импульсной составляющей в спектре сварочного напряжения и обеспечения непрерывного энергоснабжения систем, которые питаются от напряжения источника сварочного тока. До начала сварочного процесса через дроссель $L1$ и диод $V1$ заряжается конденсатор $C1$, а через диод $V2$ — конденсатор $C2$. Энергоснабжение систем полуавтомата (электропривод, схемы цикла управления, сигнализация и др.) снимается с конденсатора $C2$. В процессе сварки в углекислом газе, когда происходит короткое замыкание дугового промежутка, конденсатор $C1$ начинает разряжаться через резистор $R1$ и дроссель $L1$. В последнем накапливается энергия. При исчезновении короткого замыкания (возбуждение дуги) дроссель отдает энергию в сварочную дугу. При этом ЭДС дросселя $L1$ и высоковольтных выбросов источника сварочного тока направлены встречно. Происходит частичное подавление высоковольтного выброса. Кроме того, дроссель, имея определенную индуктивность, отфильтровывает указанный выброс до того времени, пока наступит его насыщение, и ин-

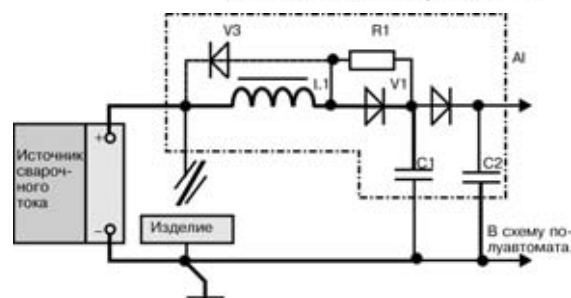


Рис. 2. Схема защиты систем управления полуавтомата при их питании от напряжения источника сварочного тока

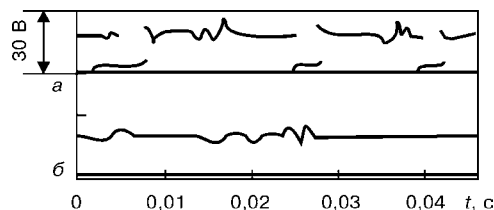


Рис. 3. Осциллограммы напряжения питания схемы полуавтомата: а — на дуге; б — после схемы защиты

дуктивность дросселя становится незначительной. Во время короткого замыкания дугового промежутка заряд конденсатора $C2$ обеспечивает питание систем полуавтомата.

Расчет параметров дросселя $L1$ (индуктивность, нагрев), конденсаторов $C1, C2$, резистора $R1$ проводится по методикам [5], а исходные данные соответствуют параметрам короткого замыкания, т. е. известных для дугового процесса длительностей фаз короткого замыкания и горения дуги. Амплитуда высоковольтного выброса, определяемого для данного процесса по осциллограммам напряжения сварки, должна снижаться до уровня, определяемого возможностями примененной элементной базы. Так, например, для транзисторного электропривода, применяемого в полуавтоматах блочно-модульной конструкции типа ПШ 107 В [3] этот уровень не должен превышать 60...70 В. В ряде случаев, когда для подавления высоковольтного импульса достаточно лишь фильтрующих свойств LCR-фильтра и необходимо повысить быстродействие схемы, дроссель шунтируют диодом $V3$ (штриховая на рис. 2).

Предлагаемая схема защиты достаточно проста, а ее эффективность подтверждается безотказной работой полуавтоматов типа П11П07В, где такие схемы используются для решения задачи обеспечения независимости полуавтомата от типа используемого в дуговом процессе источника сварочного тока.

В качестве примера для защиты схемы полуавтомата при ее питании от напряжения на дуге при сварке в углекислом газе с короткими замыканиями дугового промежутка, частота которых находится в пределах 50...100 Гц, а индуктивность дросселя источника сварочного тока 0,5 мГн, параметры схемы следующие: $L1 = 4,5$ мГн, $C1 = 1000$ мкФ, $C2 = 2000$ мкФ, $R1 = 47$ Ом. Характерные осциллограммы напряжения питания схемы полуавтомата без схемы защиты и с ее использованием показаны на рис. 3. При одинаковой структуре схемы защиты ее параметры будут меняться в зависимости от вида сварочного процесса и типа используемого источника сварочного тока (параметры сварочной цепи, способ получения сварочного напряжения, наличие высокого напряжения холостого хода и др.).

Схема защиты может быть конструктивно оформлена в виде отдельного блока-модуля с вариантами исполнений и выпускаться серийно, в том числе и для нужд модернизации парка полуавтоматов, которые уже находятся в эксплуатации.

1. *Потаповский А. Г.* Сварка в защитных газах плавящимся электродом. — М.: Машиностроение, 1974. — 240 с.
2. *Лебедев В. А., Светишков Б. Г.* Электропривод сварочного полуавтомата с питанием от источника сварочного тока // Автомат. сварка. — 1988. — № 12. — С. 51–55.
3. *Лебедев В. А., Пичак В. Г.* Полуавтоматы для сварки и наплавки типа ПШ 107 // Там же. — 1998. — № 7. — С. 38–42.
4. *Лебедев В. А., Иванов Г. П., Роздобудько Г. И.* Стабилизация напряжения дуги, питающего схему сварочной установки // Там же. — 1980. — № 9. — С. 75–76.



5. Векслер Г. С. Расчет электронитающих устройств. — Киев: Техніка, 1978. — 208 с.

Described is the possibility of developing the control and regulation systems supplied with voltage from the welding current sources. A simple and efficient design is suggested, making it possible to solve the problems of protection from high-voltage surges during the welding process and supplying of the semi-automatic device systems during the period of short-circuiting of the arc gap. The above design has been utilised in a range of semi-automatic modular-configuration devices of the type of PSh107V. It has found commercial application characterised by independence from the type of the welding current source used for the arc process.

Поступила в редакцию 19.02.2003

РАЗРАБОТАНО В ИЭС

Асинхронный сварочный генератор

Для выполнения сварочных работ в полевых условиях широко используются передвижные сварочные агрегаты, состоящие из сварочного генератора и приводного двигателя внутреннего сгорания. Уже продолжительное время в качестве сварочных генераторов постоянно тока. Последние представляют собой двухпакетные индукторные машины переменного тока повышенной частоты с выпрямительным блоком и отличаются относительной простотой и надежностью.

Однако в настоящее время такие генераторы технически и морально устарели и не совсем соответствуют современным технологическим требованиям, предъявляемым к этому оборудованию. В них не предусмотрена корректировка внешних статических и динамических характеристик в зависимости от марки применяемых электродов и условий работы. Плавное регулирование сварочного тока в вентильных генераторах ограничено выбранным весьма узким поддиапазоном.

Ряд современных технологических процессов, выполняемых в полевых условиях, требует наличия не только сварочного напряжения, но и одно-, трехфазного сетевого напряжения 220/380 В частотой 50 Гц. Это заставляет разработчиков и производителей сварочных агрегатов дополнительно соединять с приводным двигателем еще одну машину — вспомогательный генератор переменного тока. Зачастую возникает необходимость в воздушно-плазменной резке в полевых условиях. Однако решить все эти задачи на основе вентильного сварочного генератора без существенной модернизации последнего невозможно.

Специалистами ИЭС проведены необходимые исследования, разработаны основы построения асинхронных сварочных генераторов, рассчитанных на любые токи. Асинхронные сварочные генераторы имеют ряд преимуществ перед известными вентильными сварочными генераторами. Основные из них следующие:

- плавное местное и дистанционное регулирование сварочного тока в одном диапазоне стандартным электрическим сигналом управления 0... 10 В;

- коррекция внешних статических и динамических характеристик в зависимости от марки применяемых электродов и условий работы;

- наличие одно- и трехфазной сети переменного тока напряжением 220/380 В частотой 50 Гц;

- пониженное переменное напряжение, например 24 или 36 В частотой 50 Гц;

- возможность выполнения асинхронного сварочного генератора не только для ручной дуговой, но и для других способов сварки, например, в углекислом газе, для воздушно-плазменной резки, причем без существенных дополнительных материальных затрат.

Таким образом, асинхронные сварочные генераторы значительно превосходят традиционные вентильные генераторы по ряду технических и технологических характеристик. Оригинальный алгоритм управления сварочным током, реализованный в асинхронном сварочном генераторе, обеспечивает высокое качество сварки любыми электродами, а также открывает широкие возможности для дальнейшего улучшения сварочных свойств асинхронного сварочного генератора и проявления его новых технологических преимуществ в различных видах сварки. Кроме того, выполнение разработанных асинхронных сварочных генераторов предусмотрено на базе серийных асинхронных электродвигателей соответствующей мощности, что является основой их высокой надежности, относительной простоты и невысокой стоимости. Разработаны варианты асинхронных сварочных генераторов на различные сварочные токи (от 160 до 630 А), в том числе двух- и четырехпостовые.

Техническая характеристика асинхронного сварочного генератора на 315 А

Номинальный сварочный ток при ПН = 60%, А	315
Номинальное рабочее напряжение, В	32,6
Диапазон регулирования сварочного тока, А	40... 350
Напряжение холостого хода, В, не более	85
Мощность 3-фазной сети 380 В 50 Гц, кВт	8
Мощность однофазной сети 220 В 50 Гц, кВт	3
Масса, кг, не более	270

За дополнительной информацией просьба обращаться по тел. (044) 261-50-61, 227-67-46, Г. Н. Москович, И. И. Заруба

ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



Институт электросварки им. Е. О. Пагона НАН Украины

А. Г. Маринский (ИЭС) защитил 21 мая 2003 г. кандидатскую диссертацию на тему «Твердые градиентные покрытия и электронно-лучевая технология их получения».

В работе исследованы и описаны процессы, протекающие на разных стадиях, от нагрева электронным лучом в вакууме порошковых смесей элементов, образующих карбиды, до их испарения и осаждения на подкладках в виде покрытий. Исследована и разработана методика одновременного испарения

многокомпонентных смесей с одного тигля с осаждением на подкладке сложных покрытий.

Установлено, что процесс электронно-лучевого испарения смеси компонентов с одного источника с последующей ее конденсацией в вакууме позволяет стабильно синтезировать карбидные соединения заданного состава непосредственно на подкладке при температурах подкладки 700... 800 °С с образованием твердых градиентных покрытий. Скорость конденсации при этом составляет 6... 15 мкм/мин.

Диссертантом определены условия и установлены закономерности осаждения карбидных покрытий с градиентом состава