

Жерносеков А.М.

Институт электросварки им. Е.О. Патона. Украина, Киев

СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ПРОЦЕССА МЕХАНИЗИРОВАННОЙ
ИМПУЛЬСНО-ДУГОВОЙ СВАРКИ СТАЛЕЙ

Анотація

Представлено принцип побудови розробленої двоканальної системи автоматичної стабілізації параметрів процесу імпульсно-дугового механізованого зварювання плавким електродом вуглецевих сталей та показана її ефективність при зварюванні в сумішах захисних газів.

Abstract

The paper presents the principle of construction of the developed two-channel system of automatic stabilization of the process of semi-automatic consumable-electrode pulsed-arc welding of carbon steels and shows its effectiveness in welding in shielding gas mixtures.

Процесс импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в защитных газах (ИДСПЭ) с управляемым капельным переносом металла электрода характеризуется многими параметрами: текущими значениями сварочного тока $i_{св}(t)$ и напряжения $u(t)$; частотой следования импульсов $f=1/T$, где T — период; длительностью и амплитудой тока базы (t_0 , I_0); длительностью и амплитудой тока импульса ($t_{и}$, $I_{и}$); средними значениями сварочного тока $I_{ср}$ и напряжения $U_{ср}$, и др., см. рис. 1. Поскольку этот способ сварки плавящимся электродом применяется в различных технологических процессах ответственного назначения [1–3], то задачи стабилизации параметров ИДСПЭ при действии различного рода возмущающих факторов как одиночных, так и совместно действующих, представляются достаточно актуальными. Существуют различные вари-

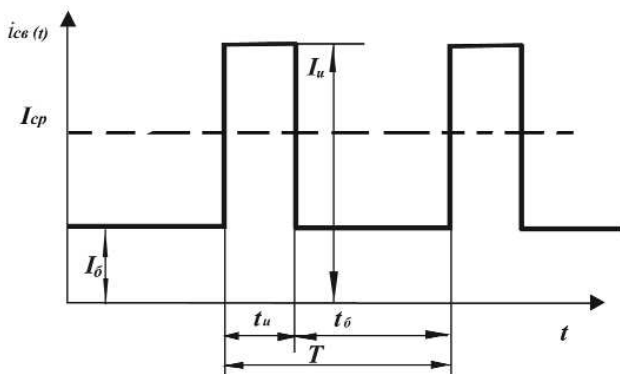


Рис. 1. Форма сварочного тока при ИДСПЭ

анты регулирования и стабилизации параметров ИДСПЭ [4–6]. Однако, как правило, на рынке сварочного оборудования представлены источники питания, которые обеспечивают стабильность длины дуги (напряжение задания) без учета теплофизических особенностей свариваемых материалов. Предложенное ранее с участием автора построение двухканальных систем автоматической стабилизации (САС) процесса ИДСПЭ позволяет стабилизировать параметры режима сварки [7–9]. Так, например, при автоматической ИДСПЭ алюминиево-магниевого сплава важное значение приобретает стабилизация среднего тока сварки, колебания которого приводят к существенным изменениям геометрических размеров швов [7].

Целью данной работы является развитие исследований по автоматизации процесса импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом применительно к механизированной (полуавтоматической) ИДСПЭ сталей.

Известно, что при механизированной дуговой сварке плавящимся электродом колебания вылета электрода, скорости сварки, положения горелки относительно шва, обусловленные субъективными действиями сварщика, могут достигать значительных величин по сравнению с автоматической сваркой [10]. Эти возмущения приводят к изменению средних значений сварочного тока и напряжения дуги и, как следствие, к отклонениям геометрических параметров швов. Кроме того, при сварке сталей необходимо учитывать большее падение напряжения на вылете электрода по сравнению, например, с алюминиево-магниевыми сплавами. На рис. 2 приведена структурная схема разработанной двухканальной системы стабилизации средних значений напряжения и сварочного тока для ИДСПЭ сталей. При таком построении САС среднее значение тока сварки стабилизируется за счет управляющего воздействия на скорость подачи электродной проволоки, а среднее значение напряжения — путем управляющего воздействия на частоту следования импульсов источника питания дуги. В канале стабилизации $I_{ср}$ (с отрицательной обратной связью) в случае отклонения тока сварки от тока задания I_3 , на выходе возникает сигнал рассогласования (ошибки). Результирующий сигнал влияет на

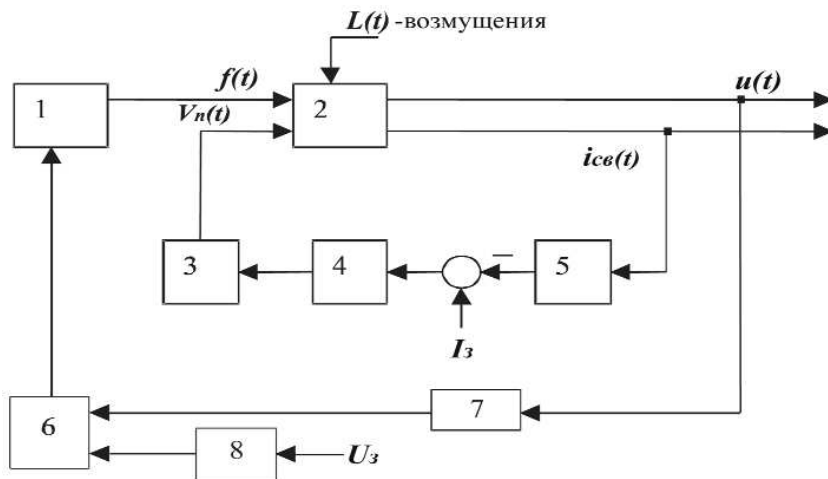


Рис. 2. Структурная схема двухканальной системы стабилизации средних значений напряжения дуги и тока сварки процесса ИДСПЭ сталей:
 1 – импульсный источник питания дуги; 2 – процесс ИДСПЭ;
 3 – механизм подачи сварочной проволоки; 4 – усилитель; 5 – фильтр сигнала с шунта; 6 – компаратор; 7,8 – интеграторы соответственно напряжения дуги и напряжения задания

скорость подачи сварочной проволоки V_n таким образом, чтобы уменьшить сигнал рассогласования до нуля. Работу канала стабилизации среднего напряжения поясняет диаграмма рис. 3. На диаграмме $u(t)$, см. рис. 3, б, приведены текущие значения напряжений, а на диаграмме рис. 3, а – интегралы от этих величин, которые реализуются в электронных устройствах (средние значения напряжений на текущий момент времени, а также интеграл от постоянной величины напряжения задания U_3). В данном примере используется двухуровневая форма импульса напряжения.

Предположим, что текущее значение напряжения в установившемся режиме составляет $u_0(t)$

(рис. 3, жирные линии). Для этой величины равенство сигналов интеграторов наступит в момент t_0 .

Если напряжение по какой-либо причине уменьшилось, например, вследствие уменьшения вылета электрода сварщиком и стало $u_1(t)$, то равенство сигналов интеграторов наступит раньше – в момент времени t_1 , что приведет к увеличению частоты следования импульсов, а значит к увеличению среднего напряжения.

Если напряжение увеличилось до $u_2(t)$, то равенство сигналов интеграторов наступит позже – в момент времени t_2 , что приведет к уменьшению частоты следования импульсов и соответственно к уменьшению среднего значения напряжения.

Среднее за период значение напряжения во всех случаях остается постоянным и равным установленному значению напряжения задания:

$$\frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} u_0(t) dt = \frac{1}{t_0} \int_0^{t_0} U_3 dt = U_3,$$

$$\frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} u_1(t) dt = \frac{1}{t_1} \int_0^{t_1} U_3 dt = U_3,$$

$$\frac{1}{t_2} \int_0^{t_2} u_2(t) dt = \frac{1}{t_2} \int_0^{t_2} U_3 dt = U_3.$$

Это достигается изменением периода следования импульсов, которое обеспечивается каналом обратной связи по напряжению U_{cp} .

На рис. 4 представлены полученные осциллограммы процесса механизированной ИДСПЭ в нижнем положении без систем автоматической стабилизации, со стабилизацией среднего значения напряжения, а также двухканальной стабилизацией U_{cp} , I_{cp} . При работе двухканальной САС обеспечивается стабильный процесс ИДСПЭ и лучшее качество сварки.

Таким образом, установлено, что для стабилизации процесса механизированной импульсно-дуговой сварки углеродистых сталей плавящимся электродом эффективно использование двухканальных систем автома-

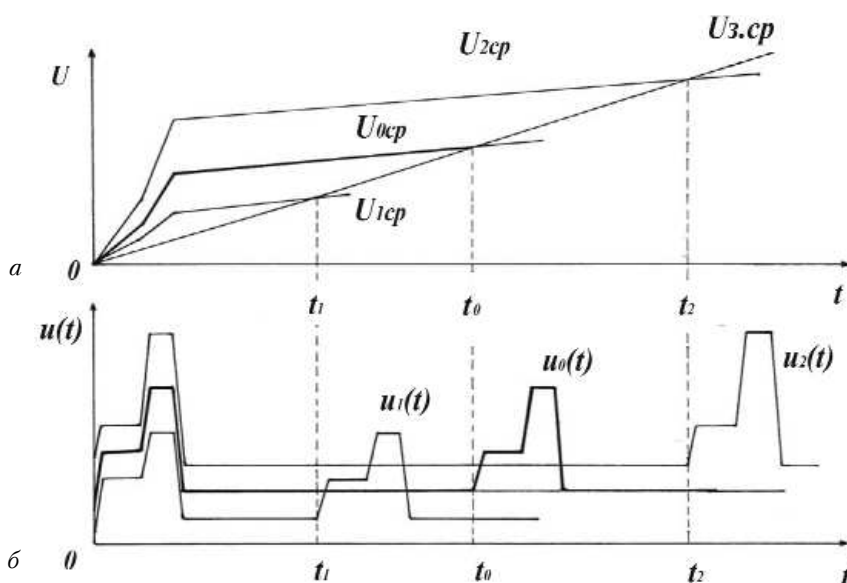


Рис. 3. Диаграммы работы канала стабилизации U_{cp}

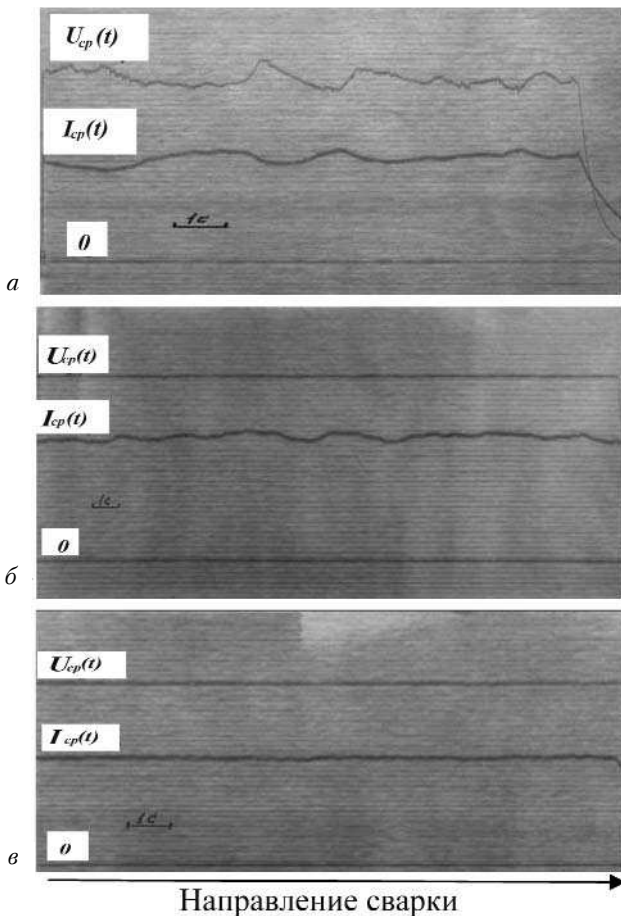


Рис. 4. Осциллограммы $U_{cp}(t)$ и $I_{cp}(t)$ механизированной ИДСПЭ стали СтЗсп проволокой Св-08Г2С диаметром 1,2 мм в смеси 82% Ar + 18% CO₂ при периодических одиночных возмущениях по вылету. Начальные условия $U_{cp} = 25$ В, $I_{cp} = 150$ А: а – без систем стабилизации; б – со стабилизацией средних значений напряжения на дуге U_{cp} ; в – со стабилизацией средних значений напряжения на дуге U_{cp} и сварочного тока I_{cp}

тической стабилизации средних значений напряжения и тока сварки с управляющими воздействиями соответственно на частоту следования импульсов источника питания дуги и скорость подачи сварочной проволоки. При их применении в условиях возмущений, присущих механизированной сварки, происходит стабилизация основных энергетических параметров процесса с учетом теплофизических свойств сталей.

Литература

1. Dorling D. Applying pulsed GMA welding to pipeline construction // Welding Journal. – 1992. – Vol. 71, № 10. – P. 39–44.
2. Сварка конструкций летательных аппаратов из алюминиевых сплавов больших толщин / О.Н. Кудряшов, О.М. Новиков, И.В. Алексеев и др. // Сварочное производство. – 2001. – №12. – С. 31–33.
3. Автоматизированная сварка трубопроводов: Сварка за рубежом // Автоматическая сварка. – 2005. – № 1. – С. 52–56.
4. Zhiming O., Al-Erhayem O. Feedbacksteuerung zum Metall-Schutzgasschweissen mit Impulslichtbogen // Schweissen und Schneiden. – 1989. – Bd. 41, № 3. – S. 131–133.
5. Process control of GMAW: sensing of metal transfer mode / J.A. Johnson, N.M. Carlson, H.B. Smartt, D.E. Clark // Welding Journal. – 1991. – Vol. 70, № 4. – P. 91-s-99-s.
6. Regelverhalten von Impulsstromquellen zum Metall-Schutzgasschweissen bei Veränderung des Kontaktrohrabstands / K-J. Matthes, M. Kusch, H. Roth und an. // Schweissen und Schneiden. – 1999. – Bd. 51, № 9. – S. 566–570.
7. Стабилизация процесса импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом / Б.Е. Патон, П.П. Шейко, А.М. Жерносеков, Ю.О. Шимановский // Автоматическая сварка. – 2003. – № 8. – С. 3–6.
8. Шейко П.П., Жерносеков А.М., Шимановский Ю.О. Эффективность применения импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом в условиях производственных возмущений // Тезисы докладов научно-практического семинара "Повышение надежности сварных соединений при монтаже и ремонте технологического оборудования в энергетике. – Киев: НТК "Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины", ГВП "Экотехнология", 2004. – С. 13–14.
9. Шейко П.П., Жерносеков А.М., Шимановский Ю.О. Импульсно-дуговая сварка плавящимся электродом с автоматической стабилизацией параметров режимов // Автоматическая сварка. – 2004. – № 1. – С. 8–11.
10. Лебедев А.В. Супрун С.А. Эффективность стабилизации среднего значения тока при полуавтоматической сварке // Автоматическая сварка. – 1978. – № 10. – С. 37–41.