

Памятка

Уважаемые студенты, вам необходимо прочитать данную лекцию, выполнить все требования письменно в рабочей тетради. Выполненную работу - прислать фото отчет на электронную почту преподавателя, (с 06.02.2023 по 10.02.2023). В дальнейшем по окончании семестра принести для проверки.

С уважением **Андрощук Ольга Владимировна**, если какие вопросы по заданию, обращаться по номеру тел. +380721273299 или по электронной почте e-mail: Olga8122@yandex.ru

Лекция

Тема: САР энергетических параметров дуги при электродуговой сварке. Системы автоматического регулирования проплавления при дуговой сварке

Цель: Изучить систему регулирования энергетических параметров дуги при электродуговой сварке

План

1. Система АРДС.
2. Системы автоматического регулирования, построенные на базе систем АРДС.

Простейшие системы автоматического регулирования энергетических параметров дуги (тока и напряжения) состоят из механизма подачи электродной проволоки $MП$, дуги D и питающей системы $MП$. В этих системах механизм подачи электрода $MП$ – задающий орган, а постоянная скорость подачи электрода Vn – задающий параметр.

Система АРДС (автоматические регуляторы дуговой сварки) стабилизирует с определенной статической ошибкой сварочный ток при колебании напряжения сети.

В промышленности внедрены АРНД непрерывного и релейного типа. Точность стабилизации напряжения дуги у систем непрерывного типа несколько выше, чем у систем релейного типа; она составляет 0,1 – 0,15 В при напряжении сварочной дуги 8 – 24 В.

Особенностью АРНД релейного типа является реализация выходной части регулятора в виде релейного усилителя, которым управляют исполнительным двигателем постоянного тока. Релейный усилитель часто линеаризуют применением запаздывающей отрицательной обратной связи по напряжению на якоре ис-

полнительного двигателя. Применение обратной связи обуславливает скользящий режим при отработке рассогласований и, следовательно, линеаризует систему. В ряде случаев для линеаризации характера Рисунок релейного усилителя применяют вибрационную линеаризацию с помощью дополнительного сигнала, подаваемого на вход промежуточного усилителя напряжения.

Релейные АРНД конструктивно проще непрерывных, однако применение в них релейных усилителей усложняет динамический расчет регулятора. Для расчета используют точные и приближенные методы исследования динамических характеристик замкнутых систем регулирования.

Для расчета АРНД в непрерывном режиме с линейным усилителем используют методы линейной теории автоматического регулирования.

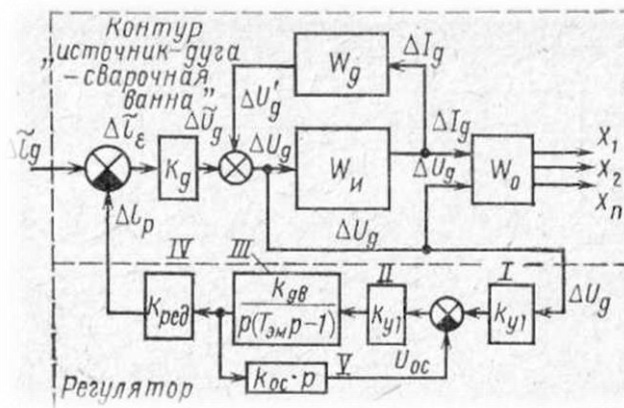


Рисунок 1 – Структурная схема системы АРНД непрерывного типа

Расчетная структурная схема АРНД непрерывного типа приведена на рисунке 1.

Структурная схема системы АРНД представляет собой математическую модель системы, заданную передаточными функциями. Она состоит из математической модели сварочного контура с передаточными функциями дуги W_a , источника питания W_a и сварочной ванны W_0 , математической модели регулятора с передаточными функциями усилителей сигнала рассогласования I и II , исполнительного двигателя III , редуктора IV , корректирующей обратной связи V .

В современной практике АРНД непрерывного типа реализуются с использованием усилителей на современных полупроводниковых элементах: транзисторах, тиристорах, интегральных микросхемах. В схемных решениях закладывается возможность применения АРНД с входным сигналом постоянного и переменного тока, что достигается

использованием выпрямительных схем и специальных сумматоров напряжения дуги и напряжения установки.

В некоторых случаях (сварка на малых токах) нарушается линейная зависимость между напряжением дуги и ее длиной. В этих случаях для стабилизации напряжения дуги необходимо использовать автоматические регуляторы длины дуги АРНД. В таких системах необходимо получение с помощью специального датчика сигнала, пропорционального длине дугового промежутка. На практике в качестве датчиков применяют пневматические и фотоэлектрические датчики. В пневматических датчиках (см. рисунок.2) рабочей средой является аргон, используемый в качестве защитного газа при сварке.

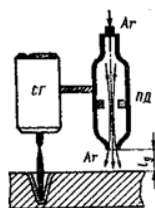


Рисунок2. Пневматический датчик длины дуги:
СГ – сварочная горелка; ПД – пневматический датчик

В схему системы АРНД (автоматические регуляторы напряжения дуги) в отличие от АРДС дополнительно входит специальное устройство (регулятор), стабилизирующее напряжение дуги путем принудительного изменения скорости подачи электрода V_n .

В промышленности внедрены АРНД непрерывного и релейного типа.

Сравнительная оценка систем АРДС и АРНД показала, что автоматы на основе системы АРДС значительно проще, дешевле и надежнее, чем и обусловлено их широкое распространение.

Системы автоматического регулирования, построенные на базе систем АРДС.

АРВ – система автоматического регулирования вылета электрода.

АРП – система автоматического регулирования тока и напряжения дуги с воздействием на питающую систему.

Интенсивность излучения сварочной дуги существенно зависит от сварочного тока, поэтому при построении системы автоматического регулирования длины дуги со спектральным датчиком необходимо предусматривать блок компенсации изменения сигнала на выходе датчика при изменении сварочного тока. Возможная точность стабилизации длины дуги системой автоматического регулирования со спектральным датчиком составляет $\pm 0,1$ мм.

Регуляторы типа АРП представляют собой замкнутую систему автоматического регулирования энергетических параметров дуги с воздействием на управляемый источник питания нормированием в нем обратных связей по току и напряжению дуги.

Принцип регулирования параметров дуги с помощью систем типа АРП сводится к следующему. Изменения длины дуги вызывают изменения напряжения и эффективной мощности дуги. В этих условиях даже при $l = \text{const}$ не удастся получить стабильного проплавления металла. Требуется регулирование мощности дуги по закону $P = f(l_d)$ или для простоты реализации схемы регулятора по закону $I = f(l_d)$.

Контрольные вопросы

- 1 Какое устройство используют для стабилизации тока сварки на заданном уровне?
- 2 Что представляет собой трансформатор тока (ТТ)?
- 3 В чем принципиальное отличие между структурными схемами регуляторов сварочного тока и напряжения на электродах?
- 4 Как определяют температуру расплавленного металла ядра в процессе сварки?
- 5 Почему методы регулирования по температуре нашли ограниченное применение на производстве?

Цель: Научиться управлять системами автоматического регулирования проплавления при дуговой сварке.

План

1. Типовые схемы САР проплавления.
2. САР проплавления с воздействием на питающую систему
3. САР проплавления при ЭЛС с помощью эмиссионного датчика

При наличии информации о качестве проплавления, получаемую с помощью вышерассмотренных способов измерения качества проплавления, для построения САР в каждом конкретном случае необходимо правильно выбрать регулирующее воздействие. Это может быть один параметр: сварочный ток, скорость сварки, амплитуда поперечных колебаний электрода, скорость подачи электродной проволоки. В более сложных случаях требуется комбинированное регулирование: ток – скорость сварки, скорость подачи электрода – длина вылета, ток – амплитуда поперечных колебаний и т.д. При выборе регулирующего воздействия необходимо всесторонне проанализировать его влияние на качество сварного соединения – форму шва, структуру металла, зону термического влияния.

1 Типовые схемы САР проплавления

• 2САР проплавления с воздействием на питающую систему

В качестве датчиков проплавления в данной схеме (Рисунок.1) используется чувствительный элемент – фотоприемник ФП, в качестве фотоэлемента которого могут быть использованы фотосопротивления, фотодиоды, фототриоды, фотоумножители (это полупроводниковые

элементы, функционирование которых зависит от наличия или отсутствия освещенности).

На практике хорошо зарекомендовали себя фотодиоды типа ФД германиевого и кремниевого исполнения. Это связано с их высокой термостабильностью. Температурным влиянием можно пренебречь.

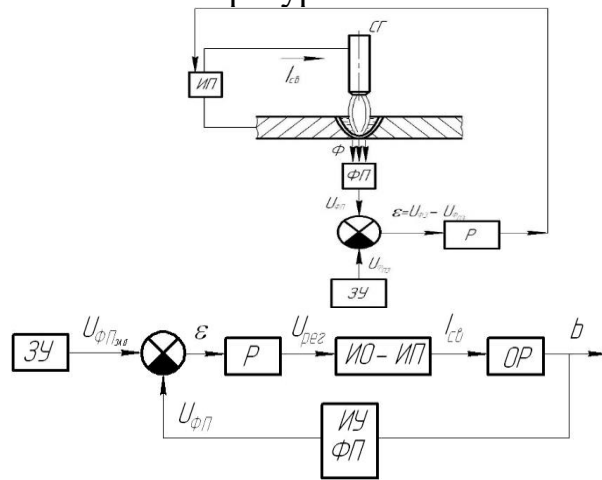


Рисунок.1. Функциональная схема САР проплавания с воздействием на питающую систему

$$U_{\text{фп}} = f(b),$$

$$U_{\text{фп}} = f_1(\Phi),$$

$$U_{\text{фп}} = f_2(b),$$

$$\Phi = f_3(b),$$

$$\varepsilon \rightarrow 0,$$

Φ – световой поток.

3.САР проплавания с воздействием на пространственное положение дуги

САР данного типа используют при сварке CO_2 поворотных кольцевых труб с V – образной разделкой кромок (Рисунок2)

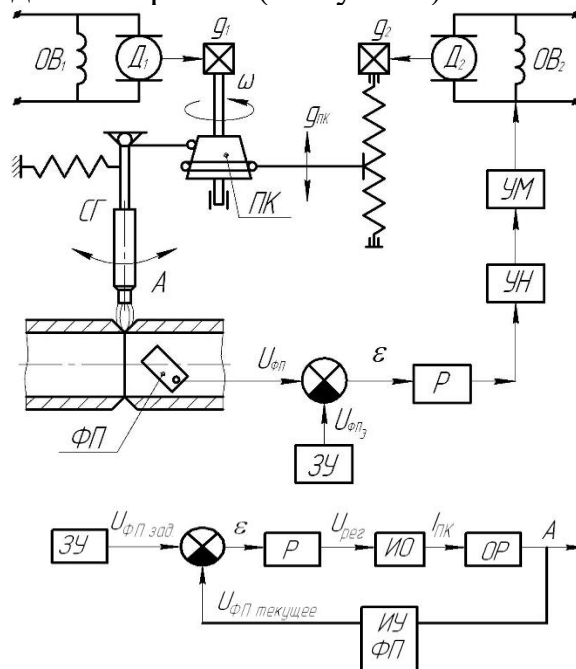


Рисунок2. Функциональная схема САР проплавления с воздействием на пространственное положение дуги

- ЧР – червячный редуктор (переводит вращательные движения в поступательные);
- ПК – профилированный кулачок, вращающийся вокруг своей оси;
- УМ – усилитель мощности;
- УН – усилитель напряжения;
- А – амплитуда колебаний
- ИО – привод подачи

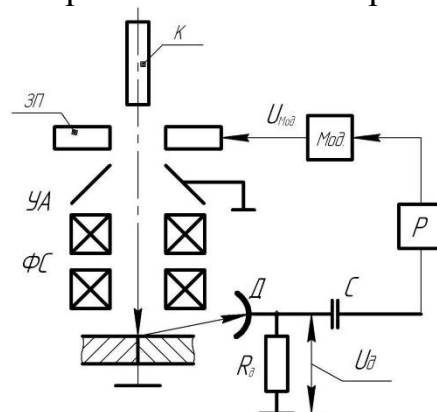
Пространственное положение дуги изменяют, вводя поперечные колебания сварочной горелки СГ. Фотоприемник ФП располагают внутри свариваемых труб и ориентируют на формируемый корень шва. При отклонении размера обратного валика от номинального в системе вырабатывается сигнал рассогласования $\varepsilon = U_{ФПзад.} - U_{ФП}$, который после усиления в блоках УН и УМ, фактически образующих регулятор, приводит в движение двигатель ДВ₂. Последний через редуктор g₂ перемещают в вертикальном направлении профилированным поворотным кулачком ПК и изменяют тем самым амплитуду колебаний А сварочной горелки (СГ) как функцию сигнала рассогласования ε . С увеличением проплавления данная САР также увеличивает амплитуду колебаний А, что приводит к рассредоточению теплового потока от дуги на большей площади свариваемых кромок, в результате чего проплавление стыка возвращается к заданному значению. Механические устройства, обеспечивающие колебания сварочной горелки могут быть заменены магнитными.

САР проплавления при ЭЛС с помощью эмиссионного датчика

Для регулирования проплавления при ЭЛС применяют замкнутые САР тока пучка на частоте пиков напряжения вторичной эмиссии (Рисунок3).

Принцип действия системы предусматривает улучшение формирования шва путем исключения взаимодействия электронного луча с парами металла, выделяемыми из сварочной ванны.

Максимум напряжения вторичной эмиссии наблюдается в момент, когда плотность паров металла максимальная и в большей степени оказывается влияние и взаимодействие с электронами пучка на возникновение пор и раковин. В это время электронная пушка ЭП запирается и, таким образом, исключается взаимодействие паров с лучом. После эвакуации паров из зоны сварки напряжение вторичной эмиссии уменьшается до нуля и процесс проплавления повторяется.



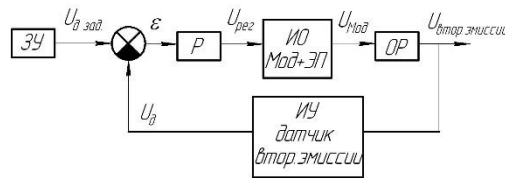


Рисунок 3 – Функциональная схема САР проплавления при ЭЛС с помощью эмиссионного датчика

$U_d \uparrow U_{\text{мод}} \uparrow$ – ЭП запирается;

$U_d \downarrow U_{\text{мод}} \downarrow$ – ЭП открывается;

$U_d \rightarrow \max, U_{\text{мод}} \rightarrow \max$ – ЭП запирается;

$U_d \rightarrow 0, U_{\text{мод}} \rightarrow 0$ – ЭП открывается;

ЗП – запирающие пластины;

УА – ускоряющий анод;

К – катод;

ФС – фокусирующая система;

Д – датчик вторичной эмиссии.

$U_{\text{дз}} = U_{\text{мах}}$ – напряжение вторичной эмиссии

С помощью рассмотренной САР ЭЛС осуществляется импульсный режим сварки.

При этом вместо установки регулируемых параметров вручную в соответствии с найденными экспериментальными значениями САР ЭЛС автоматически настраивается на автоматическую частоту прерывания по частоте пиков U_d .

При этом улучшаются условия формирования сварного шва.

Контрольные вопросы

1. В чем принципиальное отличие между структурными схемами регуляторов сварочного тока и напряжения на электродах?
2. Какой датчик используется в структурной схеме регулятора перемещения электрода?
3. К чему приводят пульсации сварочного тока при оплавлении?
4. Каким может быть регулирующее воздействие для построения САР в каждом конкретном случае?
5. Что используется в качестве датчиков в САР проплавления с воздействием на питающую систему?
6. САР какого типа используют при сварке CO_2 поворотных кольцевых труб с V – образной разделкой кромок?
7. Какие механические устройства, обеспечивают колебания сварочной горелки?