

УДК 621.791.763.2
О ПРИНЦИПЕ ПОСТРОЕНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ МОЩНОСТИ ТЕПЛОВЛОЖЕНИЯ ПРИ
КОНТАКТНОЙ СВАРКЕ

С. М. ФУРМАНОВ, Д. Н. ЮМАНОВ
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Регистрация и измерение мощности тепловложения при контактной точечной и рельефной сварке имеет практический интерес. Для измерения этого параметра недостаточно иметь только информацию о сварочном токе. Необходимо знать, каково сопротивление участка «электрод-электрод» $R_{ЭЭ}$ и каково падение напряжения $U_{ЭЭ}$ на этом участке.

На начальном этапе сварки в течение 0,01–0,02 с (первый период протекания тока) наблюдается резкое снижение сопротивления $R_{ЭЭ}$, поэтому в первые два периода сварочный ток должен устанавливаться минимальным при максимальном угле регулирования тиристоров α_{MAX} . В конце второго периода сопротивление $R_{ЭЭ}$ практически стабилизируется, и скорость его изменения становится значительно меньше. Это позволяет с большей степенью точности использовать это сопротивление для расчета мощности тепловложения P_2 в третьем периоде протекания тока.

В корректирующей системе коэффициент $k_{P_{n+1}}$ регулирования мощности тепловложения в межэлектродную зону в последующем полупериоде сетевого напряжения вычисляется на основании заданного эталонного значения мощности при идеальном процессе сварки. При этом должны учитываться значения сопротивления $R_{ЭЭ}$ участка «электрод-электрод» и коэффициента k_{P_n} регулирования мощности в предыдущем полупериоде сетевого напряжения. Выбор угла α_{n+1} открытия тиристоров в $(n+1)$ -м периоде также зависит от измеренных параметров в n -м периоде.

Перед началом сварки необходимо определить коэффициент трансформации установленной ступени трансформатора, действующее значение напряжения холостого хода на вторичной обмотке трансформатора при его полнофазном включении $U_{20П}$, активное $R_{2К}$ и индуктивное $X_{2К}$ сопротивления сварочной машины. Кроме того, задается требуемая циклограмма мощности тепловложения $P_{2\text{Зад}}$, которую должна обеспечить машина.

Время $t_{\text{изм}}$ измерения выходных параметров процесса контактной сварки совпадает со временем включенного состояния тиристора λ_n в n -м периоде. Как уже отмечалось ранее, в начале сварки должен устанавливаться максимальный угол регулирования тиристоров $\alpha_{\text{MAX}} = \alpha_n$. Заданный угол α_n вводится в положительном и отрицательном полупериодах. За время $t_{\text{изм}}$ происходит измерение параметров, характеризующих процесс сварки: времени включенного состояния тиристора λ_n , действующих зна-

чений сварочного тока I_2 , напряжения на электродах U_2 и напряжения U_1 , подаваемого на первичную обмотку сварочного трансформатора:

В течение оставшегося до конца n -го периода времени $t_{\text{расч}}$ производится вычисление задержки включения тиристоров α_{n+1} для $(n + 1)$ -го периода. Для этого последовательно вычисляется ряд параметров:

1) мощность $P_2 = U_2 I_2$ и энергия тепловложения в межэлектродную зону $Q_{\text{ЭЭ}} = P_2 \cdot T$ за период T ;

2) сопротивление участка «электрод-электрод», $R_{\text{ЭЭ}} = U_2 / I_2$;

3) коэффициент мощности сварочной машины $\cos \varphi_n$ в зависимости от измеренной длительности включенного состояния тиристоров λ_n и угла включения α_n , $\cos \varphi_n = f(\lambda_n, \alpha_n)$;

4) коэффициент регулирования сварочного тока k_i для заданного угла включения тиристоров α_n , длительности включенного состояния тиристоров λ_n и рассчитанного в п.3 коэффициента мощности $\cos \varphi_n$ и ток однофазного включения, $I_{2\Pi} = I_2 / k_i$;

5) мощность тепловложения при однофазном включении с учетом сопротивления $R_{\text{ЭЭ}}$, рассчитанного в п.2, $P_{2\Pi} = I_{2\Pi}^2 \cdot R_{\text{ЭЭ}}$;

6) требуемый коэффициент регулирования мощности тепловложения в межэлектродную зону в $(n+1)$ -м периоде $k_{\text{Pn+1}} = P_{23\text{Ад}} / P_{2\Pi}$, равный коэффициенту регулирования мощности, потребляемой сварочной машиной из сети, $k_{\text{Pn+1}} \approx k_{\text{Sn+1}} = S_1 / S_{1\Pi}$;

7) зная коэффициент $k_{\text{Sn+1}}$, производится вычисление задержки включения тиристоров α_{n+1} для $(n + 1)$ -го периода, $\alpha_{n+1} = f(\lambda_n, k_{\text{Sn+1}}, \cos \varphi_n)$.

Для этого, сначала, с учетом коэффициента мощности $\cos \varphi_n$ (п. 3) вычисляются коэффициенты $A_0 = f_0(\cos \varphi_n)$; $A_1 = f_1(\cos \varphi_n)$; $A_2 = f_2(\cos \varphi_n)$; $A_3 = f_3(\cos \varphi_n)$. Зная коэффициенты $k_{\text{Sn+1}}$, A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , получаем кубическое уравнение, которое нужно решить относительно α_{n+1} .

В состав системы регулирования мощности тепловложения входят: блок управления тиристорами и симисторами БУСТ2, плата сбора данных NI-USB-6251, датчик тока (пояс Роговского) и ЭВМ с программной средой LabView для расчета параметров регулирования.

БУСТ2 предназначен для управления тиристорами, работающими с активно-индуктивной нагрузкой. Каждый канал управления тиристорами состоит из устройства контроля перехода напряжения фазы через ноль, устройства контроля состояния тиристоров, устройства контроля тока фазы и формирователя импульсов однополярного тока управления.

Программный код в среде LabView позволяет регистрировать мгновенные значения сигналов тока и напряжения, рассчитывать их действующие значения, определять длительность включения тиристоров, рассчитывать коэффициент мощности $\cos \varphi$, коэффициент регулирования мощности тепловложения k_p и величину сигнала на входе БУСТ2 для задания угла открытия тиристоров при фазовом регулировании.