

УДК 621.791.763.2

О ФАЗОВОМ РЕГУЛИРОВАНИИ МОЩНОСТИ, ПОТРЕБЛЯЕМОЙ СВАРОЧНОЙ МАШИНОЙ, ПРИ КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКЕ

А. Ю. ПОЛЯКОВ, С. М. ФУРМАНОВ, Д. Н. ЮМАНОВ,
А. А. СТЕПАНОВ, М. С. КОЛОБОВА

Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Для построения системы автоматического регулирования мощности при рельефной сварке необходимо знать зависимости мощности, потребляемой машиной из сети, и мощности тепловложения в межэлектродную зону от сварочного тока и сопротивления деталей.

Измерение мощности и энергии, потребляемых сварочной машиной из сети, имеет смысл только при определительных испытаниях, когда сверяются реальные показатели машины с заданными. В отношении качества сварки эти параметры не представляют интереса. Практический интерес имеют регистрация и измерение мощности, выделяющейся в свариваемом соединении. Для измерения этого параметра недостаточно иметь только информацию о сварочном токе. Надо либо знать значение и характер изменения сопротивления участка «электрод-электрод», либо иметь информацию о падении напряжения на этом участке. Мощность тепловложения в свариваемые детали достаточно полно характеризует протекание процесса сварки и позволяет прогнозировать качество выполняемого соединения.

Фазовое регулирование базируется на управлении действующим значением мощности, потребляемой сварочной машиной из сети путем изменения длительности открытого состояния одного из включенных встречно-параллельно тиристоров в течение полупериода частоты сети.

Задачей математического моделирования электрических процессов при контактной рельефной сварке является наглядное представление взаимосвязи параметров регулирования (угол открытия тиристоров α , сетевое напряжение u_c и коэффициент трансформации K_T на выбранной ступени), электрических характеристик сварочного контура (активное и индуктивное сопротивление первичного контура и сварочного трансформатора и активное сопротивление R_{Σ} сварочного участка) и параметров сварки (ток сварки I_2 , напряжение на электродах U_{Σ} и мощность P_{Σ} и энергия Q_{Σ} тепловложения).

В качестве примера такой корректирующей системы нами рассмотрена система автоматического регулирования мощности тепловложения в межэлектродную зону при рельефной сварке. Измеренная с помощью датчика тока ДТ и датчика напряжения ДН мощность $P_{\Sigma, \text{изм}}$ сравнивается с заданной $P_{\Sigma, \text{зад}}$, по результатам сравнения производится коррекция воз-

действия на тиристорный контактор КТ через фазосдвигающее устройство ФСУ. Датчик перемещения подвижного электрода ДП служит для измерения деформации рельефа и определения момента окончания сварки. Значение угла управления тиристорами α корректируется в каждом периоде либо полупериоде сетевого напряжения с учетом заданной циклограммы мощности при сварке.

Современные промышленные контроллеры позволяют реализовывать различные алгоритмы управления и производить детальную запись основных параметров, характеризующих процесс сварки, с их последующим анализом. При проведении исследований в области контактной сварки, разработке новых систем автоматического управления, выборе оптимальных режимов сварки и решении других научных и технологических задач в качестве аппаратуры управления целесообразно использовать программируемые логические контроллеры (ПЛК). При промышленном применении регуляторов на базе ПЛК для конфигурации и настройки комплекса, задания режимов сварки используется минитерминал управления (ЖК-дисплей и клавиатура).

Приведенные расчеты позволяют наглядно представить зависимость коэффициента k_S регулирования полной мощности от параметров фазового регулирования α и $\cos\varphi$. В результате аппроксимации получили систему уравнений для расчета приближенного значения коэффициента k_S регулирования мощности, потребляемой сварочной машиной из сети.

Для оценки погрешности вычислений коэффициент k_S регулирования полной мощности вычислялся по полученной нами аппроксимирующей зависимости и по известным формулам. Для области определения $\cos\varphi = 0,2-0,8$ и $\alpha = 60-120^\circ$ относительная погрешность вычислений составляет не более 3 %.

Для вычисления тепловыделения на сварочном участке «электрод-электрод» необходимо иметь информацию о действующем значении вторичного тока I_2 и сопротивлении $R_{ЭЭ}$ участка «электрод-электрод». Полное сопротивление Z_2 контактной машины, являющееся суммой активного и индуктивного сопротивлений вторичного контура R_2 и X_2 и приведенных к вторичному витку активного и индуктивного сопротивлений первичной обмотки R'_1 и X'_1 , определяет ток I_2 во вторичном контуре в соответствии с известной схемой замещения сварочного трансформатора.

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.