УДК 621.3:621.791

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ И ПРОВОЛОКОПОДАЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

С. В. БОЛОТОВ, К. В. ЗАХАРЧЕНКОВ,
Е. В. ЗАРОВЧАТСКАЯ, М. С. ХАТЕТОВСКАЯ
Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Разработана функциональная схема сварочного оборудования для дуговой наплавки, включающая силовую часть источника питания: входной выпрямитель и фильтр, инвертор, высокочастотный трансформатор, выходной выпрямитель и дроссель, блок управления (микроконтроллер); проволокоподающее устройство: выпрямитель, драйвер двигателя, двигатель постоянного тока, редуктор, ролики подачи проволоки, блок управления двигателем подачи проволоки (рис. 1). Источник питания и проволокоподающее устройство воздействуют на дугу, формируя требуемый сварочный ток $i_{св}$ и напряжение на дуге $U_д$.

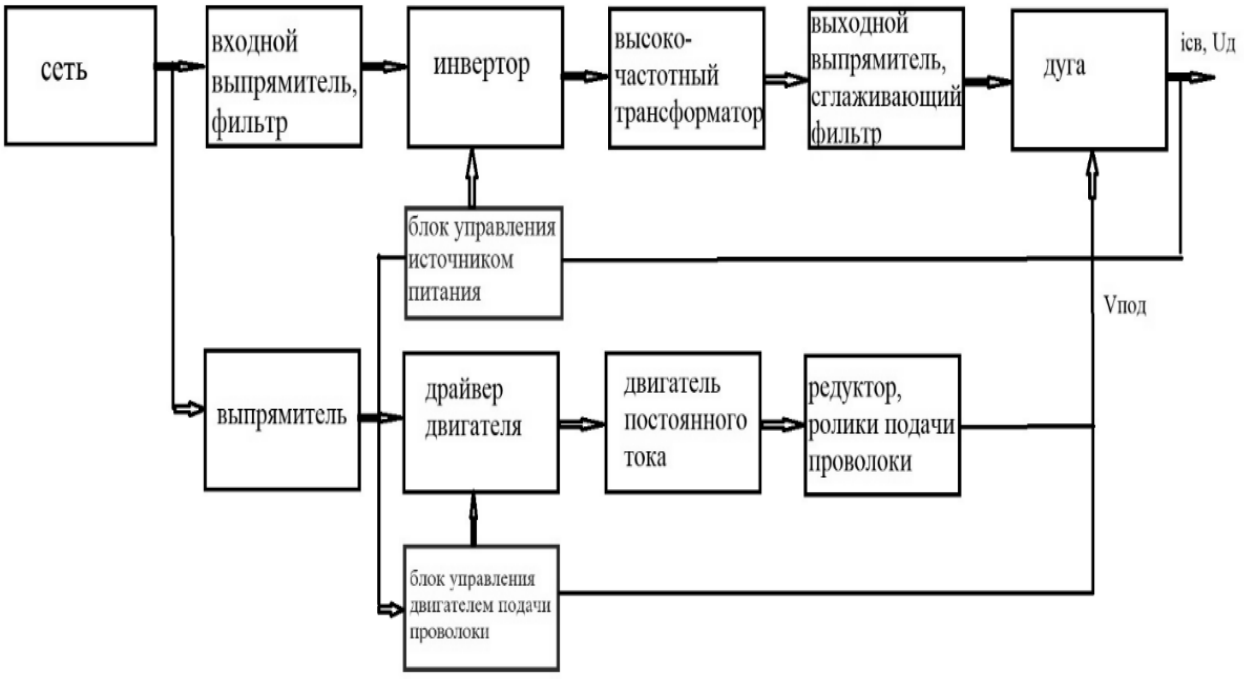

Рис. 1. Функциональная схема источника питания и проволокоподающего устройства

На основе функциональной схемы предложен состав компонентов для построения имитационной модели, отличительной особенностью которого является формирование универсальной замкнутой системы автоматического регулирования, обеспечивающей стабилизацию электрических параметров дуги и скорости подачи проволоки для различных моделей оборудования для дуговой сварки и наплавки. Предложенный состав компонентов имитационных моделей источника питания и проволокоподающего устройства обеспечивает синхрони-

зацию электронных и механических узлов, что позволит оптимизировать управление тепловложением, получить минимальное разбрызгивание и стабильно высокое качество формируемого наплавленного слоя. Определены параметры компонентов имитационной модели источника питания ОЛИВЕР ПРОФИ-500 и его проволокоподающего устройства для дуговой наплавки высокопрочной проволокой ER11OS-G-П BS 300 диаметром 1,2 мм.

В качестве исходных данных для работы алгоритмов компонентов имитационных моделей источника питания и проволокоподающего устройства различного оборудования для дуговой наплавки используются: напряжение сети, частота сети, входное и выходное напряжение блока, входной и выходной ток блока, входная и выходная мощность блока, индуктивность дросселя, емкость конденсатора фильтра, коэффициент трансформации, напряжение на дуге, ток сварки, диаметр проволоки, удельное сопротивление материала проволоки, частота и скважность широтно-импульсной модуляции (ШИМ) проволокоподающего устройства, частота вращения двигателя, крутящий момент, передаточное число редуктора, скорость подачи проволоки.

Разработаны алгоритмы работы компонентов имитационных моделей источника питания и проволокоподающего устройства для дуговой наплавки. Отличительной особенностью разработанных алгоритмов является инвариантность по отношению к оборудованию для дуговой наплавки, что позволяет на их основе реализовать имитационные модели для различных моделей и модификаций оборудования. Разработанные алгоритмы компонентов имитационных моделей являются основой для исследования и оптимизации параметров компонентов источника питания и проволокоподающего устройства: входного выпрямителя и фильтра, инвертора, высокочастотного трансформатора, выходного выпрямителя и дросселя, блока управления источником (микроконтроллера), выпрямителя, драйвера двигателя, двигателя постоянного тока, редуктора, роликов подачи проволоки, блока управления подачей.

Разработана математическая модель для комплексной оценки метрологических и динамических характеристик имитационной модели источника питания и проволокоподающего устройства для дуговой наплавки. Научная новизна заключается в создании единого методического подхода, объединяющего: статистическую оценку погрешности имитации с использованием доверительных интервалов и критерия Вилкоксона; алгоритм определения длины переходного процесса на основе анализа сходимости выходных параметров к стационарному состоянию; количественную оценку чувствительности откликов модели (сварочный ток, напряжение на дуге, скорость подачи проволоки) к вариациям входных параметров (напряжение сети, частота и скважность ШИМ) источника питания и проволокоподающего устройства. Практическая значимость результатов состоит в реализации возможности оценки погрешности и устойчивости имитационной модели для последующей калибровки, минимизации длительности переходного процесса, выявлении наиболее значимых параметров для последующей их оптимизации, что позволит улучшить характеристики модели и расширить область ее применения.