

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ МАШИН КОНТАКТНОЙ РЕЛЬЕФНОЙ СВАРКИ

П. А. ПРУДНИКОВ, Е. П. НИКИТЕНКО

Научный руководитель С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Разработано программное обеспечение в среде NI LabVIEW для оценки энергопотребления контактной машины при зарядке батареи конденсаторов, а также энергии, выделяемой в зоне сварки.

Блок-диаграмма виртуального прибора приведена на рис. 1.

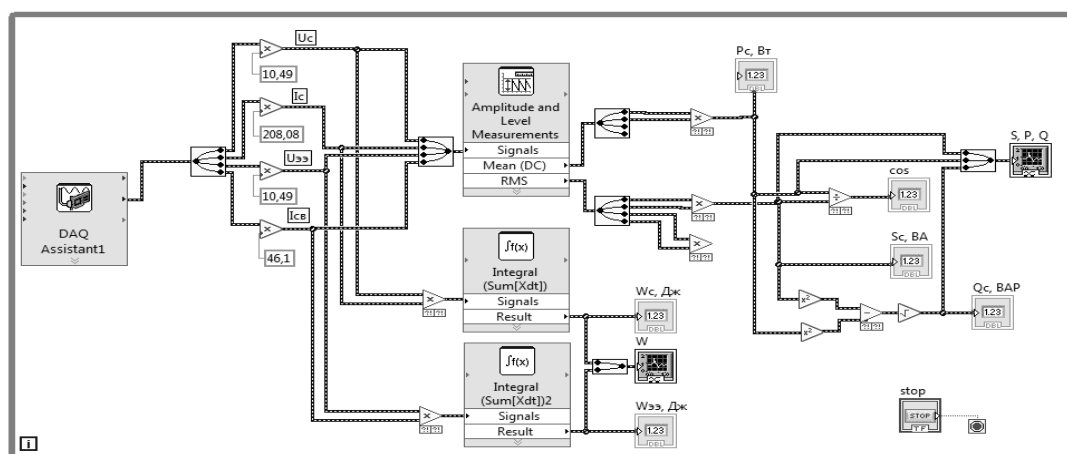


Рис. 1. Блок-диаграмма программного обеспечения

Для измерения параметров машины использовали устройство сбора данных NI USB-6009, на которое через блок DAQ Assistant1 поступают мгновенные значения в виде аналоговых сигналов от датчика напряжения сети U_c , датчика тока I_c контактной машины при зарядке батареи конденсаторов, датчика напряжения между электродами $U_{ээ}$, датчика тока (измерение сварочного тока $I_{св}$). В качестве датчика тока I_c использовали датчик компенсационного типа на эффекте Холла LT1000-SI/SP99, напряжение сети U_c снимали аналогичным датчиком LV100/SP, которые обеспечивают точность измерения до $\pm 1,5\%$. Для измерения сварочного тока I_c применяли пояс Роговского с последующим интегрированием сигнала с помощью схемы на основе операционного усилителя OP07, напряжение $U_{ээ}$ снимали датчиком компенсационного типа ДНК-С.

Пересчёт на реальные значения токов и напряжений осуществляется программным домножением сигналов на калибровочные коэффициенты. Блок Amplitude and Level Measurements осуществляет выделение действующих значений напряжений и токов (RMS) и средних значений (Mean DC) за период сетевого напряжения.

Далее, согласно разработанной методике, производятся расчеты полной мощности:

$$S_c = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{k=1}^n U_{Ck}^2 \Delta t} \cdot \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{k=1}^n I_{Ck}^2 \Delta t} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_{Ck}^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_{Ck}^2},$$

где U_{Ck}, I_{Ck} – отсчёты (выборки) сетевого напряжения и тока соответственно; Δt – период дискретизации; n – количество отсчётов (выборок) за период.

Активная мощность, потребляемая машиной контактной конденсаторной сварки, определяется как

$$P_c \approx \frac{1}{T} \sum_{k=1}^n U_{Ck} \cdot I_{Ck} \cdot \Delta t = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_{Ck} \cdot I_{Ck}.$$

Реактивная мощность

$$Q_c = \sqrt{S_c^2 - P_c^2}.$$

Коэффициент мощности

$$\cos \varphi = \frac{P_c}{S_c} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_{Ck} \cdot I_{Ck}}{\sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n U_{Ck}^2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{k=1}^n I_{Ck}^2}} = \frac{\sum_{k=1}^n U_{Ck} \cdot I_{Ck}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n U_{Ck}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^n I_{Ck}^2}}.$$

Блоки Integral (Sum[Xdt]) осуществляют расчёт энергии, потребляемой из сети:

$$W_c = \sqrt{\sum_{k=1}^m U_{Ck}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^m I_{Ck}^2},$$

а также энергии, выделяемой на участке «электрод – электрод»:

$$W_{\text{ЭЭ}} = \sqrt{\sum_{k=1}^m U_{\text{ЭЭ}}^2} \cdot \sqrt{\sum_{k=1}^m I_{\text{СВ}}^2}.$$

Полученные значения отображаются в виде графиков и сохраняются в памяти компьютера для последующего анализа.

Проведено тестирование программного обеспечения при контактной рельефной сварке пластин из стали СтЗсп толщиной 1 + 1, 2 + 2, 3 + 3 мм.