



УДК 621.791.03-52

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПРОЦЕССА ДУГОВОЙ СВАРКИ

А. Е. ПИРУМОВ, инж., И. О. СКАЧКОВ, канд. техн. наук (НТУУ «Киевский политехнический институт»),
 С. А. СУПРУН, канд. техн. наук С. Ю. МАКСИМОВ, д-р техн. наук
 (Ин-т электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины)

Рассмотрены структура и функциональные возможности мобильной информационно-измерительной системы, предназначенной для регистрации электрических и временных параметров процесса дуговой сварки с последующей статистической обработкой и графической интерпретацией полученных результатов.

Ключевые слова: информационно-измерительная система, дуговая сварка, электрические и временные параметры, регистрация, статистическая обработка, графическая интерпретация

Развитие информационных технологий существенно расширяет область применения компьютерной техники в сварке. Совершенствование оборудования, применяемого для управления сварочными процессами и измерения энергетических параметров сварочной дуги, сопровождается поиском инструментов, способных обеспечить получение прогнозируемой оценки качества изготовленной продукции.

Одним из таких инструментов является информационно-измерительная система (ИИС), разработанная совместно кафедрой электросварочных установок НТУУ Украины «Киевский политехнический институт» и Институтом электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины. Она предназначена для регистрации электрических и временных параметров процесса дуговой сварки с последующей статистической обработкой и графической интерпретацией полученных результатов.

ИИС (рис. 1) состоит из персонального компьютера, оснащенного специализированным программным обеспечением «IMS2006», функционирующим в среде операционной системы Windows Me/2000/XP, внешнего аналого-цифрового преобразователя (АЦП) и набора датчиков. АЦП Е-140 (Л-Кард, Россия) обеспечивает непрерывный сбор аналоговых данных на частотах дискретизации от 0,122 до 100,0 кГц [1]. В базовом варианте ИИС комплектуется датчиками тока и напряжения, обеспечивающими гальваническую развязку цепи и измерение тока до 300 А и напряжения до 500 В. При необходи-

мости пользователь может использовать датчики с нормализованным уровнем выходного сигнала до 10 В любого функционального назначения. Структурная схема ИИС приведена на рис. 2.

Основные технические данные разработанной ИИС следующие: количество аналоговых входов — 16 или 32 (в зависимости от способа подключения к источнику сигнала); количество аналоговых выходов — 2; 16 входных и 16 выходных цифровых TTL-совместимых линий. Диапазон



Рис. 1. Общий вид ИИС



Рис. 2. Функциональная схема ИИС

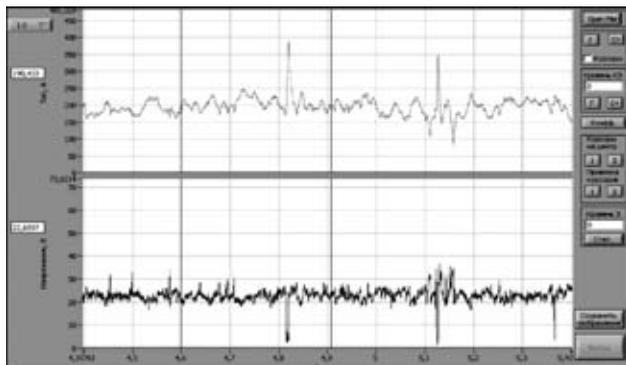


Рис. 3. Основное окно программы обработки данных

входных напряжений каналов аналогового ввода — не более 10 В [1].

С помощью программного обеспечения ИИС оцифрованный сигнал по предварительно заданным параметрам записывается в файл в формате знакового целого двухбайтного числа на жесткий диск персонального компьютера. Обработка данных основана на статистическом анализе электрических сигналов, получаемых с датчиков (например, тока сварки и напряжения дуги, скорости подачи проволоки и перемещения сварочной головки, расхода защитного газа и др.).

При записи сигналов пользователь имеет возможность выбрать номер канала получения данных, установить частоту работы АЦП, задать коэффициент усиления, указать имя файла для записи, а также создать паспорт испытания. После записи сигналов на жестком диске создается двоичный файл с данными. По желанию пользователя система позволяет при записи сигналов включать опцию управления выходными цифровыми линиями, что дает возможность программировать цикл технологического процесса.

В основном окне программы обработки данных (рис. 3) отображаются осциллограммы записанных сигналов, с которыми пользователь может выполнять следующие операции: масштабирование, определение мгновенных значений, сохранение изображения. В основном окне программы также находятся кнопки для перехода к подпрограммам обработки данных. С их помощью пользователь может перейти к расчету основных ста-

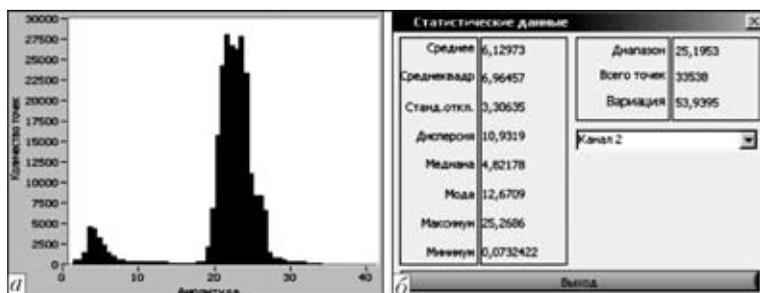


Рис. 4. Окно построения гистограммы (а) и окно статистической обработки сигнала (б)

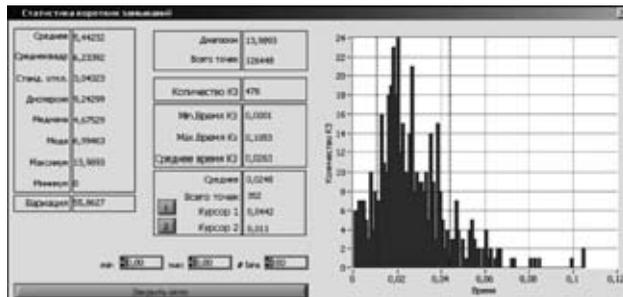


Рис. 5. Окно статистической обработки значений коротких замыканий сварочной дуги

тистических характеристик и построению различных гистограмм. Базовой версией программы обработки предусмотрены следующие режимы расчета параметров сигналов.

1. Расчет статистических характеристик и построение гистограмм (рис. 4) для всех значений осциллограммы или выбранного участка, находящегося между двумя курсорами (положение курсоров задаются пользователем вручную). В программе предусмотрена возможность рассчитывать для выбранного канала записанных данных следующие характеристики: среднее и среднеквадратическое значения, стандартное отклонение, дисперсию, моду и медиану сигнала, коэффициент вариации, определять значения минимума, максимума и размаха сигнала, объем массива данных, выбранного для расчетов [2]. Пользователь имеет возможность выбрать и произвести расчет данных соответствующих параметров, а также сохранить изображение гистограммы амплитудных значений сигнала.

2. Расчет статистических характеристик и построение гистограмм продолжительности коротких замыканий сварочной дуги (рис. 5). Для обработки программа отбирает значения, находящиеся выше (для сигнала сварочного тока) или ниже (для сигнала напряжения на дуге) уровня коротких замыканий, который устанавливает пользователь.

Пользователь имеет возможность получить характеристики описательной статистики, а также информацию по средней, минимальной и максимальной продолжительности коротких замыканий с отображением их гистограммы.

3. Расчет статистических значений и построение гистограмм времени зажиганий сварочной дуги (рис. 6). Подпрограмма работает по алгоритму, аналогичному описанному в п. 2, с той лишь разницей, что для обработки отбираются значения, соответствующие уровню возбуждения сварочной дуги.

Кроме того, для указанной версии программы предусмотрена возможность расчета минимального значения напряжения холостого хода, необходимого

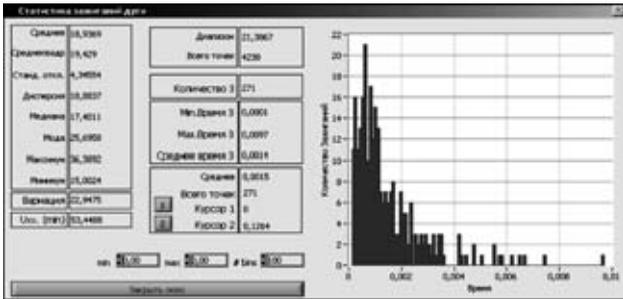


Рис. 6. Окно статистической обработки значений зажигания

для надежного возбуждения сварочной дуги. Такая характеристика полезна при исследовании новых электродных материалов для сварки. Расчет производится по зависимости, предложенной в работе [3]

$$U_{x,x}(\min) = \frac{\bar{x} + 3\sigma^2}{\sqrt{2}}$$

где \bar{x} — среднее значение напряжения зажигания дуги; σ^2 — дисперсия значений напряжения зажигания дуги.

4. Для наглядности исследователь имеет возможность получить вольт-амперную характеристику для указанного участка осциллограммы, рассчитать частоты с помощью преобразований

The paper deals with the structure and functional capabilities of a mobile information-measuring system designed for recording electrical and time parameters of the arc welding process with subsequent statistical processing and graphic interpretation of the obtained results.

Поступила в редакцию 19.12.2006

Фурье, а также скорость нарастания тока для выбранного участка.

Описанная ИИС прошла успешное апробирование при исследовании процесса автоматической подводной мокрой сварки [4].

Разработанная ИИС полезна исследователям, работающим в области создания сварочных материалов и исследования технологических процессов. Система мобильна, что расширяет область ее применения, проста в использовании. Обработка информации может происходить как сразу после эксперимента, так и в любое другое время. Получаемая информация легко преобразуется в графики и таблицы, что является полезным при написании отчетов и заключений об исследуемом сварочном материале или процессе сварки.

1. Кодоркин А. В. Е-140. Руководство пользователя. — М.: L-Card, 2003.
2. Козлов Б. А., Ушаков И. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. — М.: Сов. радио, 1975. — 472 с.
3. Методика определения стабильности дуги переменного тока / И. К. Походня, В. Н. Горпенюк, А. Е. Марченко и др. // Автомат. сварка. — 1979. — № 12. — С. 16–18.
4. К вопросу применения нейронных сетей для контроля качества сварных соединений при подводной сварке / И. О. Скачков, А. Е. Пирумов, С. Ю. Максимов, Е. А. Прилипко // Там же. — 2006. — № 6. — С. 27–31.

ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ



Институт электросварки им. Е. О. Патона НАН Украины
А. В. Лавренюк (ИЭС) защитил 6 июня 2007 г. кандидатскую диссертацию на тему «Трехфазно-двухфазный источник питания постоянного тока для сварки в среде CO₂». Диссертационная работа посвящена дальнейшему раз-

витию теории, проектирования и расчета источников питания (ИП) для сварки в CO₂ традиционного типа.

В результате проведенного анализа характеристик двухфазных схем выпрямления определено, что применение схем с параллельным соединением выпрямителей при построении сварочных ИП нерационально, так как ведет к значительному сужению пределов регулирования сварочного напряжения, которое составляет до 25 %.

Установлено, что оптимальным вариантом двухфазной схемы выпрямления при построении сварочных ИП является двухфазная схема с последовательно включенными выпрямителями, которые построены по двухполупериодной схеме со средней точкой.

Разработан ИП для сварки в CO₂, построенный на базе двух последовательно соединенных выпрямителей, одного — управляемого, другого — неуправляемого, питание которых осуществляется от трехфазно-двухфазного трансформатора.

Силовая схема нового сварочного ИП позволяет обеспечить плавное тиристорное регулирование сварочного напряжения с исключением провалов сварочного тока и напряжения до нуля во всем диапазоне регулирования, а также повышенное начальное значение напряжения ИП за счет интегрированного в схему диодно-конденсаторного умножителя напряжения (ДКУ), что обеспечивает высокие сварочные свойства такого ИП. При