

Управление насосами осуществляется с помощью программируемого реле ОВЕН ПР114 (рис. 2). Благодаря тому, что устройство не содержит заранее написанной программы в своей памяти, существует возможность создания собственной программы управления подключенными устройствами. К выходам программируемого реле подключаются насосы и в зависимости от заданного алгоритма, происходит их включение и выключение.

Вывод

Разработана концепция учебного стенда для улучшения навыков создания, наладки и настройки автоматизированных систем управления температурой.

Список литературы

1. Программируемое реле ОВЕН. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.owen.ru/catalog/programmiruемое_rele_pr114/opisanie (дата обращения 12.03.2016)
2. Программный ПИД-регулятор. [Электронный ресурс]. URL: http://www.owen.ru/catalog/programmij_pid_regulyator_oven_trm251/opisanie (дата обращения 12.03.2016)
3. ГОСТ 21.404-85 СПДС. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах. [Электронный ресурс]. URL: http://www.znaytovar.ru/gost/2/GOST_2140485_SPDS_Avtomatizaci.html

УДК 004

РЕКУРСИВНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СВАРОЧНОЙ ЦЕПИ С ПОМОЩЬЮ РАСШИРЕННОГО ФИЛЬТРА КАЛМАНА

Пякилля Б.И.

Научный руководитель: Гончаров В.И.

*Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: pakillaboris@gmail.com*

This paper presents results of welding circuit parameters estimation using Extended Kalman filter. The nonlinear estimation problem is solved during welding process in real-time with uncertainty conditions. In summary, the estimates of inductance and resistance between electrodes are presented. The estimation results are offered with figures and description in the end of the paper.

Key words: *parameter estimation, welding process, extended Kalman filter, spot welding, recursive estimation.*

Ключевые слова: *оценивание параметров, сварочный процесс, расширенный фильтр Калмана, точечная контактная сварка, рекурсивное оценивание.*

Задача получения требуемого качества сварного соединения во время сварочного процесса всегда имела важное практическое значение. В особенности, важность этой задачи возросла для промышленных процессов контактной сварки, применяемой в автомобильной и авиационной промышленности и занимающей 95 % всех сварочных процессов [1, 2]. В этих отраслях во время производства массовой серийной продукции требуется поддерживать на определенном уровне качество получаемых сварных соединений. Это достигается с помощью использования автоматических систем регулирования тока и напряжения, которые по-

лучая информацию о состоянии сварного соединения через обратную связь, формируют необходимые управляющие воздействия. Обратная связь обычно реализуется с помощью различных акустических датчиков или датчиков температуры, которые, получая фактическую информацию о сварном соединении, отправляют данные в управляющее устройство. Эта информация может описывать температуру сварной точки, плотность сварной точки, динамическое электрическое сопротивление между контактными электродами.

Для нас наибольший практический интерес представляет электрическое сопротивление между электродами т. к. нет необходимости в установке дорогостоящих дополнительных датчиков и вся информация может быть получена на основе датчиков напряжения и датчиков тока (кольцо Роговского, шунты), установленных на сварочную цепь. Для оценивания электрического сопротивления необходимо использовать такие алгоритмы, которые позволяют получать оценку по мере поступления экспериментальных данных – в режиме реального времени. Также эти алгоритмы должны быть способны получать такую оценку, которая бы описывала переменный характер оцениваемого параметра. Дополнительной сложностью является то, что обычно при точном описании протекания процесса контактной сварки, требуется учитывать нелинейный характер связи электрического сопротивления и сварочного тока, протекающего в сварочной цепи. Эта сложность ограничивает диапазон используемых методов.

Основываясь на вышеизложенном, для задачи оценивания переменного электрического сопротивления между контактными электродами с учетом нелинейности происходящих процессов, был выбран расширенный фильтр Калмана [3]. Полное математическое описание системы, связывающее между собой сварочный ток, температуру между контактными электродами и электрическое сопротивление, представляет собой вид:

$$R_{k+1} = (1 + \alpha \Delta T_k) R_k; \Delta T_{k+1} = \frac{I_k^2 R_k \Delta t}{cm}; U_k = I_k R_k (1 + \alpha \Delta T_k),$$

где R_k – электрическое общее сопротивление на k -м шаге, Ом; I_k – значение сварочного тока на k -м шаге, А; α – температурный коэффициент сопротивления, ΔT_k – изменение сопротивления на k -м шаге, град; U_k – напряжение сварочной цепи на k -м шаге, В; c – удельная теплоёмкость вещества Дж/(кг·°С); m – масса вещества, кг; Δt – период дискретизации.

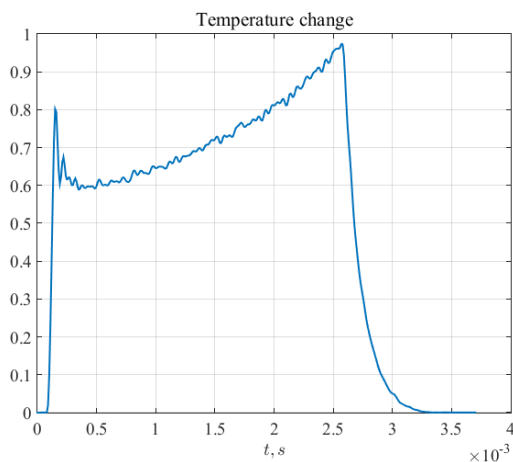


Рис. 1. График оценки изменения температуры ΔT

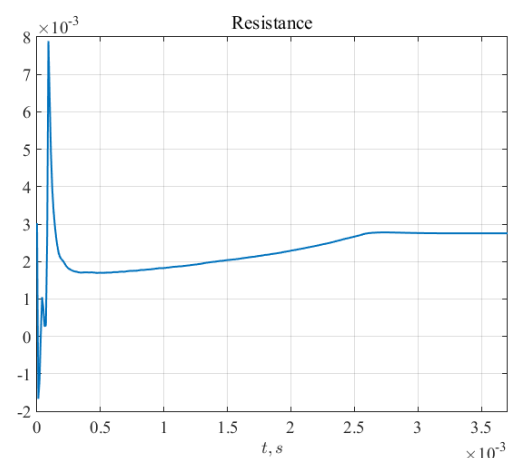


Рис. 2. График оценки изменения сопротивления R

Как видно из рис. 1 и 2, оценки изменения температуры и сопротивления представляют собой кривые, изменяющиеся со временем сварочного процесса. Начальные колебания оценок вызваны неправильным выбором начальных значений. Вид кривой на рис. 1 и значения оценок изменения температуры ΔT описывают реальное состояние температуры во время сварочного процесса, её рост, вызванный увеличением сварочного тока, обуславливает рост общего сопротивления $R(t)$, имеющего вид:

$$R(t) = R_{св} + r_3(t), \quad (1)$$

где $R_{св}$ – сопротивление сварочной цепи (ее проводящих частей), $r_3(t)$ – сопротивление между контактными электродами. Как видно из (1), $R_{св} = \text{const}$, а сопротивление между электродами варьируется с течением времени.

Проблемой на данном этапе является то, что оценивание производится без учета ограничений в виде равенств или неравенств на искомые параметры. Этот недостаток может быть устранен в будущем при использовании алгоритмов Moving Horizon Control [3].

Список литературы

1. Chen Z., Shi Y., Zha H. Evaluating Technology of Spot Weld Quality for Coated High Strength Steel Sheet Based on Ultrasonic Guide Wave // IEEE Ultrasonics Symposium, 2008. – P. 406–409.
2. Wen-Ren Y., Chau-Shing W. Current Measurement of Resistance Spot Welding Using DSP // Tamkang Journal of Science and Engineering. – 2011. – № 14. – P. 33–38.
3. Haseltine E.L., Rawlings J.B. A Critical Evaluation of Extended Kalman Filtering and Moving Horizon Estimation // Texas-Wisconsin Modeling and Control Consortium. Technical report number 2002-03, 2002. – P. 1–48.

УДК 004

ПЛАНИРОВАНИЕ ПЛАНОВО – ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ РАБОТ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ СИСТЕМ СЕТЕВОГО МОНИТОРИНГА

Рамазанов Р.Н.

Научный руководитель: Комагоров В.П.

Национальный Исследовательский Томский политехнический университет,
634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30
E-mail: akim92@list.ru

Статья посвящена системе по планированию планово-предупредительных работ в корпоративных сетях на основе данных систем сетевого мониторинга. Она позволяет провести мониторинг сети и на основе данных провести работы, направленные на восстановление оборудования, замену деталей, что обеспечивает экономичную и непрерывную работу оборудования.

The article is devoted to the planning system for planning-preventive work in corporate networks based on network monitoring systems. It allows you to carry out network monitoring and based on data conduct work aimed at restoration of equipment, replacement of parts, which provides a cost-effective and continuous operation of the equipment.

Ключевые слова: сетевой мониторинг, корпоративная сеть, процесс, программное обеспечение, оптимизация.

Key words: network monitoring, corporate network, process, software, optimization.