

УДК 621.791

РАЗРАБОТКА РЕГИСТРАТОРА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
СВАРОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ СМСО-БРУ-01

Н. К. БОБКОВ, Н. А. ТОЛПЫГО

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

Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Регистратор входит в состав системы мониторинга сварочного оборудования СМСО-БРУ-01, которая предназначена для повышения качества сварки ответственных конструкций путем контроля за соблюдением технологии при производстве сварочных работ. Регистратор конструктивно состоит из блока датчиков, основного блока и пульта сварщика.

Блок датчиков выполнен на основе преобразователей Холла, осуществляющих измерение сварочного тока и напряжение на дуге с гальванической развязкой от силовой сварочной цепи и погрешностью не более $\pm 1,5\%$. В качестве датчика тока используется ДТК-700С компании «ИДМ-ПЛЮС» со следующими эксплуатационными характеристиками: температура $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +70\text{ }^{\circ}\text{C}$; напряжение питания $\pm(15,0 \pm 0,5)\text{ В}$; выходной интерфейс – аналоговый токовый; основная приведенная к верхнему значению диапазона погрешность $\pm 0,35\%$. В качестве датчика напряжения используется LV 25-P/SP5 компании LEM с эксплуатационными характеристиками: температура $-40\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +85\text{ }^{\circ}\text{C}$; напряжение питания $\pm(15,0 \pm 0,75)\text{ В}$; выходной интерфейс – аналоговый токовый; основная приведенная к верхнему значению диапазона погрешность $\pm 0,8\%$. Для измерения тока требуется продеть силовой кабель сварочного аппарата через отверстие в датчике, для измерения напряжения подключить измерительные клеммы датчика напряжения к сварочным кабелям (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид блока датчиков

Основной блок регистратора является главной частью системы мониторинга и состоит из двух ядер: основного контроллера STM32F411RE на плате Nucleo и вспомогательного контроллера передачи данных на модуле ESP32. В данном блоке осуществляются: с использованием модуля считывания RFID-меток RC522 идентификация производителей сварочных работ с помощью удостоверения с RFID-меткой и сварочного оборудования с помощью RFID-брелока; регистрация данных с датчиков с частотой 10 кГц с использованием шунтов для преобразования токового сигнала в сигнал напряжения для встроенного в микроконтроллер STM32 аналого-цифрового преобразователя; обработка и передача данных на сервер с использованием Wi-Fi через контроллер ESP32 с обязательным усилением сигнала посредством внешней антенны; блокировка работы сварочного аппарата с помощью встроенного поляризованного импульсного реле NRL708A-WX2-12-D при нарушении параметров режима сварки; ввод и отображение данных с помощью мембранной клавиатуры, ЖКИ-дисплея и светодиодной индикации; звуковая индикация в случае нарушения сварщиком рекомендуемых технологической инструкцией параметров с помощью пьезоэлектрической сирены SAS-2154-W-F с мощным агрессивным звуковым сигналом 105 Дб. Для питания регистратора используется внешний блок питания ZV-15-12 на номинальное напряжение +12 В и мощностью 15 Вт с удобным быстросъемным креплением. Для обновления прошивки регистратора и режима диагностики предусмотрен внешний USB-разъем. Также для устойчивой установки на сварочный аппарат и вертикального крепления на металлические поверхности были предусмотрены магнитные ножки, повышающие удобство эксплуатации. Дисплей регистратора защищен оргстеклом толщиной 2 мм от ударов. В регистраторе используется модульная методика: при выходе из строя какого-то модуля восстановление работоспособности аппарата производится быстро заменой данного модуля (рис. 2).

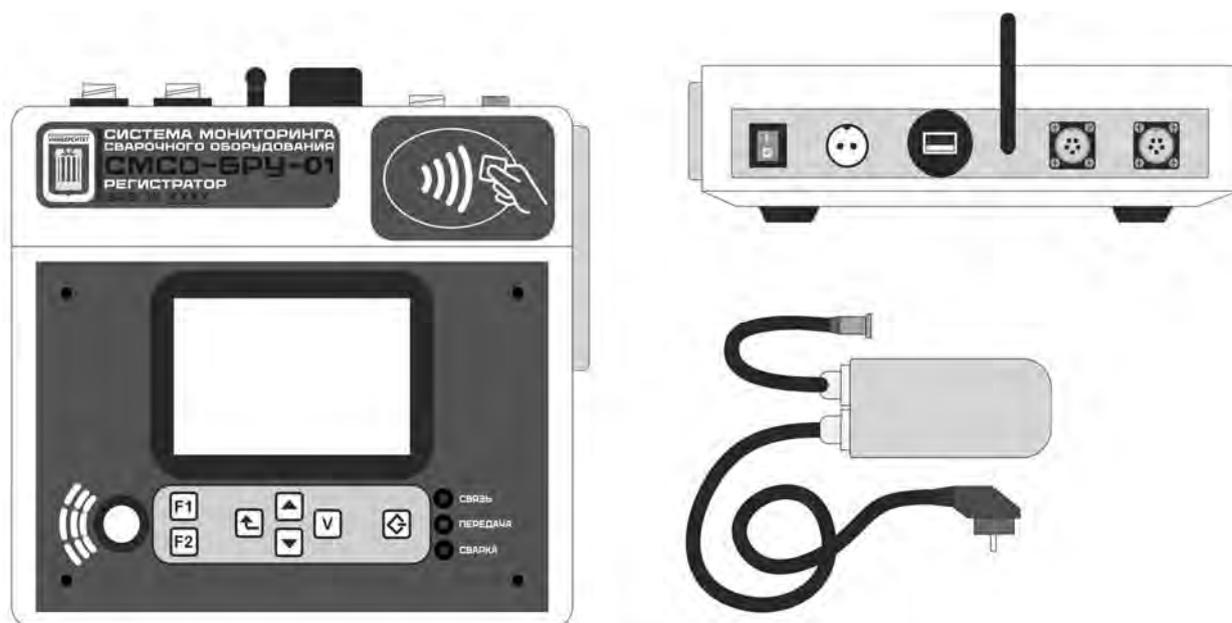


Рис. 2. Внешний вид основного блока регистратора

Пульт сварщика является дополнительным устройством для повышения производительности сварщика при работе с системой. В основные функции пульта сварщика входят выбор рабочего задания и отображение его параметров, измерение температуры предварительного нагрева изделия, дополнительная звуковая индикация сварщику при нарушении параметров процесса сварки. Связь между регистратором и пультом сварщика происходит по Wi-Fi-каналу. Вычислительным ядром пульта является ESP32. Ввод и отображение данных осуществляется с помощью мембранной клавиатуры и ЖКИ-дисплея (рис. 3). Контроль температуры предварительного нагрева производится бесконтактно с помощью модуля пирометра MLX90614, обеспечивающего измерения в диапазоне $0\text{ }^{\circ}\text{C} \dots +380\text{ }^{\circ}\text{C}$ с погрешностью не более $\pm 0,8\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для указания центра измерения используется лазер KY-008. Так как пульт является автономной единицей, то в качестве питания используется Li-ро-аккумулятор 3,7 В, 1800 мА·ч, для его зарядки в пульт встроен модуль зарядки, поэтому требуется подключение внешнего блока питания GS06E-1P1J с номинальным напряжением 5 В и мощностью 5 Вт. Для удобства использования задняя крышка пульта оснащена мощным магнитом для того, чтобы сварщик во время работ мог повесить пульт на любую металлоконструкцию непосредственно у места проведения сварочных работ. Так как пульт сварщика планируется использовать на производстве, внутренняя компоновка элементов спроектирована так, чтобы пульт выдерживал удары при падении с высоты 2 м.

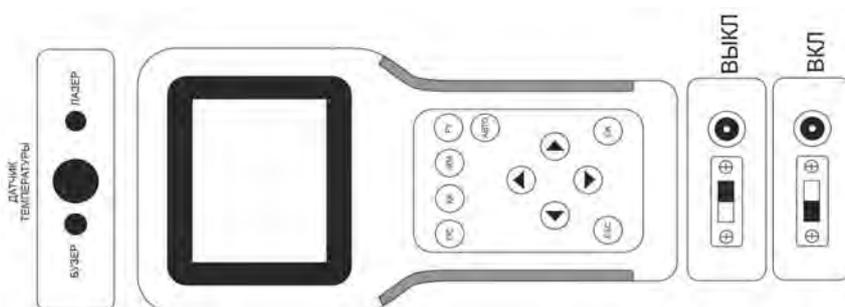


Рис. 3. Внешний вид пульта сварщика

Разработаны электрические принципиальные и соединений блоков системы. Спроектированы и изготовлены печатные платы основного блока, пульта сварщика и блока датчиков в среде Autodesk Fusion 360. Изготовление плат производилось по технологии фоторезиста с использованием фотошаблонов с последующим покрытием защитной паяльной маской. Разработаны сборочные чертежи и 3D-модели корпусов основного блока, пульта сварщика и блока датчиков в программном пакете Autodesk Fusion 360.

Управляющие программы контроллеров регистратора разрабатывались на языке программирования высокого уровня C++ с элементами объектно-ориентированного программирования, что отвечает современным требованиям проектирования программных средств. Управляющие программы для контроллеров регистратора STM32F411RE и ESP32, контроллера пульта сварщика ESP32 составлены в среде Atmel Studio 7 с использованием плагина vMicro.

В настоящее время регистратор системы мониторинга сварочного оборудования СМСО-БРУ-01 проходит производственные испытания.