

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ

DOI: 10.24412/2077-8481-2026-3-121-130

УДК 621.791

С. В. БОЛОТОВ, канд. техн. наук, доц.

К. В. ЗАХАРЧЕНКОВ, канд. техн. наук

Н. А. ТОЛПЫГО

Е. П. НИКИТЕНКО

Белорусско-Российский университет (Могилев, Беларусь)

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДИСТАНЦИОННОГО КОНТРОЛЯ СВАРОЧНЫХ ПРОЦЕССОВ НА ОСНОВЕ МОБИЛЬНОГО РЕГИСТРАТОРА

Аннотация

Представлена разработанная в Белорусско-Российском университете автоматизированная система дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора МРСП-БРУ-03. Система обеспечивает измерение сварочного тока (0...500 А) и напряжения на дуге (0...100 В) с погрешностью не более 1,5 % и температуры околошовной зоны (–20 °С...800 °С) с погрешностью не более 5 °С, идентификацию сварщиков и оборудования по RFID/NFC/QR-коду, передачу данных по Wi-Fi на планшет и сервер, а также формирование электронного паспорта сварного соединения с комплексной 10-балльной оценкой качества. Описаны структура автоматизированной системы и регистратора, функции мобильного приложения «WeldingManagementSystem» и web-приложения «WeldingControl». Система успешно испытана на ряде промышленных объектов и может быть внедрена на предприятиях, выполняющих сварку ответственных конструкций, в центрах подготовки и аттестации сварщиков, сварочного оборудования и технологических процессов сварки.

Ключевые слова:

сварочные процессы, мобильный регистратор, дистанционный контроль, качество сварки, web-приложение, паспорт сварного соединения.

Для цитирования:

Автоматизированная система дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора / С. В. Болотов, К. В. Захарченков, Н. А. Толпыго, Е. П. Никитенко // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2026. – № 3 (92). – С. 121–130.

Введение

Качество сварных соединений является одним из ключевых факторов, определяющих надежность и долговечность современных металлоконструкций. В значительной степени оно зависит от соблюдения технологических параметров процесса дуговой сварки: силы тока, напряжения на дуге, скорости сварки и температуры в зоне соединения. Нестабильность этих параметров,

связанная с человеческим фактором, износом оборудования или внешними условиями, приводит к образованию дефектов, что, в свою очередь, снижает несущую способность конструкций и требует трудоемких операций по контролю и исправлению брака сварных соединений. Традиционные методы неразрушающего и разрушающего контроля позволяют обнаружить дефекты уже после завершения процесса сварки. В связи с этим задача разработки и

внедрения современных автоматизированных систем оперативного мониторинга, способных в реальном масштабе времени регистрировать ключевые параметры сварочного процесса, является актуальной и имеет важное научно-практическое значение.

Среди зарубежных разработок можно выделить следующие системы контроля сварочных процессов производителей оборудования: WeldCube (Fronius, Австрия), WeldQAS (ESAB, Швеция), WeldEye (Kemppi, Финляндия), WeldWeb (Evospark, Россия), которые комплектуют ими производимые источники питания для сварки. В Белорусско-Российском университете ведется разработка универсальных систем регистрации и контроля сварочных процессов, предназначенных для использования с любым сварочным оборудованием. Одной из первых разработок в этой области является автоматизированная система регистрации сварочных процессов на основе регистраторов РСП-БРУ-01, выполненная для РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Система внедрена в ПУ «Нефтепестрой» при сварке магистральных трубопроводов и позволяет регистрировать сварочный ток, напряжение на дуге и температуру околошовной зоны с передачей данных на сервер, где формируется паспорт сварного стыка – итоговый документ, подтверждающий качество сварки [1, 2].

Для применения в цеховых условиях на ОАО «БЕЛАЗ» – управляющая компания холдинга «БЕЛАЗ-ХОЛДИНГ» разработана система мониторинга сварочного оборудования СМСО-БРУ-01, позволяющая регистрировать сварочный ток, напряжение на дуге, температуры предварительного нагрева и передавать данные на локальный сервер предприятия. Система мониторинга дает возможность вести учет выпускаемой продукции и качества выполнения сварных швов, фиксировать простои свароч-

ного оборудования, формировать отчеты о работе оборудования и сварщиков [3].

Опыт эксплуатации разработанных автоматизированных систем показал, что сбои в работе регистраторов сварочных процессов чаще всего происходят из-за нарушения работы дисплеев, мембранных клавиатур, разъемов. Особенно это проявляется в полевых условиях при сварке в условиях низких температур и высокой влажности. Повысить надежность аппаратной части автоматизированных систем удалось за счет разработки мобильных регистраторов сварочных процессов, в которых функции взаимодействия сварщика с регистратором, приема заданий, отображения и отправки регистрируемых данных на сервер перенесены на мобильное устройство (защищенный смартфон или планшет) [4].

Основная часть

Разработанная автоматизированная система дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора предназначена для повышения качества сварки ответственных конструкций путем дистанционного контроля за соблюдением технологии при производстве сварочных работ, получения оперативной информации о работе сварщиков и сварочного оборудования [4].

Структура автоматизированной системы представлена на рис. 1.

На сварочный аппарат любого производителя устанавливается блок датчиков и подключается кабелем к регистратору, который по каналу Wi-Fi соединяется с мобильным устройством (смартфоном или планшетом). Сварщик использует мобильное устройство для идентификации, выбора заданий на сварку и визуализации регистрируемых параметров сварочных процессов, получения сигналов о выходе тока, напряжения, температуры за границы, уста-

новленные технологической инструкцией на сварку. Мобильное устройство

также производит отправку данных на сервер по GSM-каналу связи.

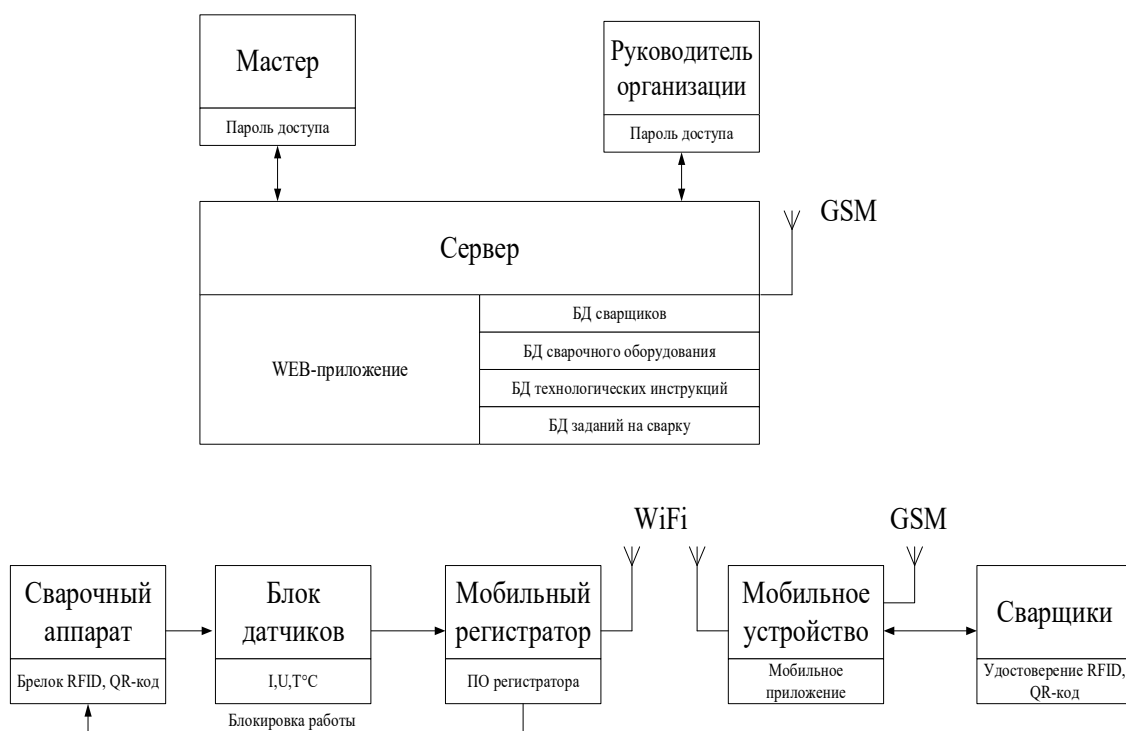


Рис. 1. Автоматизированная система дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора

Web-приложение обеспечивает ввод данных о сварщиках, контролерах и руководителях сварочных работ, оборудовании, технологических инструкциях, заданиях, используемых материалах (сварочной проволоке и электродах), получение данных с мобильного устройства о параметрах сварочных процессов и их вывод в виде графических зависимостей, оценку работы сварщиков, формирование паспортов сварных швов, отчетов о работе сварщиков и оборудования.

Первая версия мобильного регистратора сварочных процессов МРСП-БРУ-01 была разработана в рамках инновационного проекта Белорусско-Российского университета, получен патент на полезную модель [5, 6]. Для крупнейшего в Республике Беларусь производителя сварочного оборудова-

ния и материалов ООО «Оливер» разработана автоматизированная система регистрации сварочных процессов на основе мобильного регистратора МРСП-БРУ-02, позволяющая дополнительно к основным функциям вести учет результатов неразрушающего контроля качества сварных соединений. При финансировании Белорусского инновационного фонда разработаны технические условия ТУ ВУ 700008843.005–2025, комплект конструкторской документации БРУ.2521.001 на мобильный регистратор для контроля параметров сварочных процессов МРСП-БРУ-03 [7].

Мобильный регистратор состоит из основного блока – регистратора, блока датчиков и мобильного устройства (смартфона или планшета).

Структурная схема регистратора приведена на рис. 2.

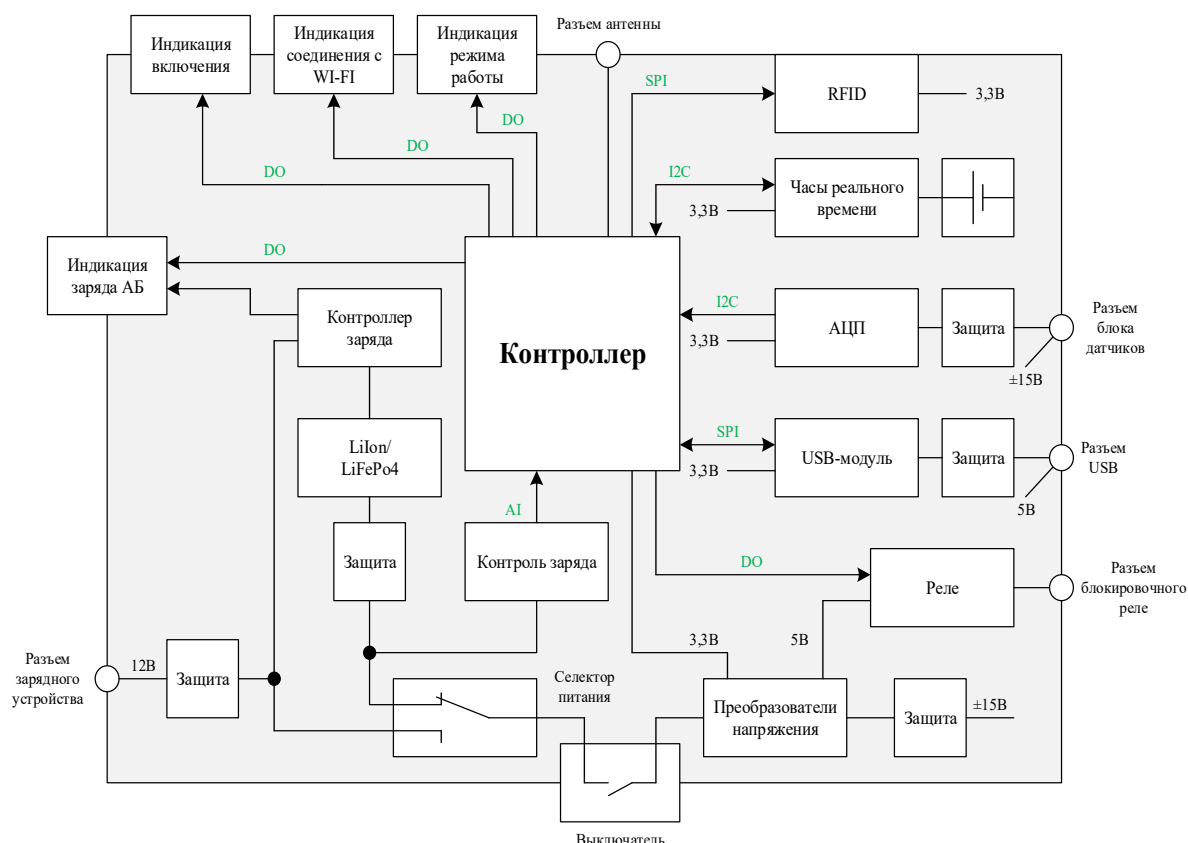


Рис. 2. Структура регистратора

Главным элементом регистратора является *Контроллер* на основе модуля ESP32, обеспечивающий управление всеми блоками устройства. Регистратор питается от Li-ion или LiFePO₄ аккумулятора *АБ*, номинальное напряжение которого составляет 3,7 В, а напряжение полного заряда соответствует 4,2 В. Аккумулятор заряжается через *Контроллер заряда АБ*. Питание подается через *Выключатель* на *Селектор питания*, который служит для выбора питания от *АБ* или внешнего адаптера. Напряжение питания поступает на *Преобразователи напряжения*, которые питают *Контроллер*, аналого-цифровой преобразователь (*АЦП*), *USB-модуль*, *RFID*, *Часы реального времени* напряжением 3,3 В, *Реле* блокировки работы сварочного аппарата напряжением 5 В и датчики двухполярным выходным напряжением ± 15 В, которое поступает на

Приборостроение

Разъем блока датчиков. Устройства защиты используются для защиты блоков регистратора от коротких замыканий, скачков напряжений, повышенного напряжения, неправильной полярности. Цифровыми выходами *DO* *Контроллер* управляет *Индикацией заряда АБ*, *Индикацией включения*, *Индикацией соединения с Wi-Fi*, *Индикацией режима работы*. На аналоговом входе *AI* *Контроллера* измеряется напряжение заряда аккумулятора. Сигналы с *Разъема датчиков* приходят на *АЦП*, где преобразуются в цифровой код и по каналам *I2C* или *SPI* передаются *Контроллеру*. *UART*-порт *Контроллера* используется для взаимодействия с *USB-модулем*, который предназначен для записи полученных данных на флэш-память. Блокировка работы сварочного аппарата осуществляется размыканием контактов *Реле* при подаче сигнала высокого

уровня на цифровой выход *DO Контроллера*.

Регистратор выполняется в отдельном пластиковом корпусе с возможностью крепления на сварочном оборудовании с помощью магнитов. На передней панели регистратора располагаются крышка для быстрого съема аккумуляторной батареи и светодиодные индикаторы режимов работы: включения, заряда, соединения Wi-Fi, сварки. На боковых панелях расположены кнопка включения питания и разъемы: USB, антенны Wi-Fi, подключения зарядного устройства, блока датчиков, блокировки работы сварочного аппарата.

Адаптер питания представляет собой отдельный модуль в пластиковом корпусе и предназначен для питания регистратора, а также зарядки встроенной в регистратор аккумуляторной батареи. Блок питания подключается к сети 220 В переменного тока, выходное напряжение – 12 В постоянного тока.

Блок датчиков предназначен для измерения сварочного тока, напряжения на дуге, температуры околошовной зоны. Он выполняется в пластмассовом корпусе со сквозным отверстием, через которое пропускается силовой кабель со сварочным током. От него отходят два кабеля: один – на регистратор, а второй – на клеммы, с которых будет сниматься напряжение. Датчики тока ДТК-700С и напряжения ДНК компен-

сационного типа, работающие на эффекте Холла, обеспечивают гальваническую развязку сварочного контура и измерительной цепи регистратора [8]. Для измерения температуры околошовной зоны используются термопары ТХА(К)-1199.

Технические характеристики блока датчиков приведены в табл. 1. Калибровка блока датчиков показала, что приведенная погрешность измерения тока и напряжения не превышает $\pm 1,5\%$, а температуры – $\pm 5^\circ\text{C}$.

Проведенные ранее исследования показали, что дуговая сварка сопровождается переносом капель расплавленного металла в сварочную ванну с частотой в десятки – сотни герц. При зажигании дуги от источника питания резко возрастает напряжение. Под действием энергии сварочного источника формируется капля расплавленного металла. При касании капель сварочной ванны резко возрастает сварочный ток, а напряжение стремится к нулю. После перехода капли в сварочную ванну вновь происходит зажигание дуги (рис. 3). Установлено, что для регистрации процесса переноса капель электродного металла частота оцифровки данных, снимаемых с датчиков, должна лежать в среднечастотном диапазоне 10...20 кГц, а для регистрации процесса формирования сварочной ванны (сварного шва) усреднение данных необходимо производить с частотой 10 Гц [9].

Табл. 1. Технические характеристики блока датчиков

Параметр	Диапазон	Погрешность
Сварочный ток	0...500 А	$\leq 1,5\%$
Напряжение на дуге	0...100 В	$\leq 1,5\%$
Температура околошовной зоны	$-20^\circ\text{C} \dots 800^\circ\text{C}$	$\leq 5^\circ\text{C}$

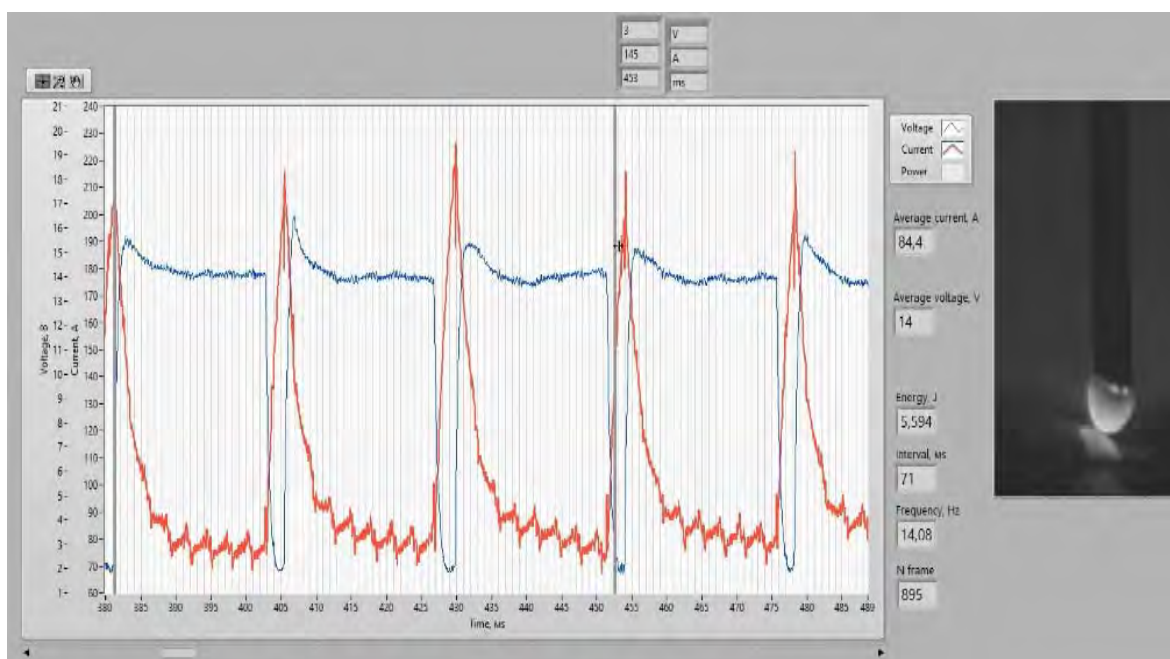


Рис. 3. Осциллограммы сварочного тока и напряжения на дуге в момент касания капли расплавленного металла сварочной ванны

Мобильное устройство представляет собой защищенный смартфон или планшет на базе Android не ниже 14-й версии с объемом оперативной памяти не менее 8 ГБ, встроенной памятью 256 ГБ, поддержкой Wi-Fi, NFC, GSM и защитой IP68.

Программное обеспечение (ПО) автоматизированной системы включает три уровня.

1. ПО контроллера регистратора. Выполнено на Arduino IDE и C++ и осуществляет следующие функции:

- подключение к сети Wi-Fi;
- чтение RFID-меток сварщика и оборудования;
- измерение тока/напряжения/температуры с частотой 10...20 кГц;
- передачу данных по UDP на планшет или сервер;
- сохранение данных на USB-флеш;
- сохранение калибровочных коэффициентов;

– управление индикаторами режимов работы;

– управление реле блокировки сварочного аппарата по команде от мобильного устройства.

2. Мобильное приложение «WeldingManagementSystem». Реализовано на языках программирования Java и Kotlin и выполняет следующие функции:

- идентификацию по логину/паролю, RFID или QR-коду;
- выбор сварочного оборудования (из списка, по RFID или QR);
- автоматический поиск регистратора по IP-адресу;
- калибровку регистратора (доступно только администратору);
- прием значений тока, напряжения и температуры с регистратора;
- отображение регистрируемых данных в виде графиков и цифровых значений;
- работу в ручном и автоматическом режиме (с выбором задания);

- установку верхних/нижних границ допусков контролируемых параметров;

- звуковую/вибрационную сигнализацию и отправку команды на блокировку работы сварочного аппарата;

- отправку регистрируемых данных на сервер.

Получено свидетельство о регистрации компьютерной программы – мобильного приложения «WeldingManagementSystem» [10].

3. Web-приложение «WeldingControl». Размещено на сервере лаборатории киберфизических систем и обеспечивает централизованное хранение и управление данными о параметрах сварочного процесса [11].

Структура страниц Web-приложения:

- «Сотрудники». Вкладки: руководители сварочных работ (мастера), сварщики, технический надзор. Для каждого сварщика хранятся: ФИО, RFID-метка, срок действия удостоверения, клеймо, область распространения квалификации. Предусмотрена кнопка формирования отчета о работе сварщика;

- «Оборудование». Для каждой единицы оборудования приведены: наименование, фото, RFID-метка, процесс сварки, дата аттестации, закрепленный сотрудник. Имеется кнопка формирования отчета о работе оборудования;

- «Технологические инструкции». Вкладки: ОТК (операционные технологические карты), ИТП (инструкции на технологические процессы). Для ОТК указываются для каждого слоя диапазоны тока, напряжения, температуры предварительного подогрева и межслойной температуры. ИТК загружаются в виде файлов;

- «Задания». Для каждого задания на сварку приводятся: номер, наименование сварного соединения, объект, цех, дата выполнения, руководитель, материалы (основной материал, проволока,

электроды с номерами партий). Имеется возможность ввода результатов неразрушающего контроля (радиографические снимки с обнаруженными дефектами) и заключения «годен/не годен»;

- «Записи». Осуществляется отображение графиков тока и напряжения по выполненным заданиям, вывод максимальных, минимальных и средних значений, комплексной оценки;

- «Режимы сварки». На основе выбора сварщика или оборудования и интервала времени отображаются графики тока и напряжения;

- «Архив». Осуществляется хранение архивных записей и заданий с возможностью реактивации.

Ключевым результатом работы автоматизированной системы является формирование паспорта сварного соединения (формируется по кнопке «Скачать паспорт» на странице «Задания»). Паспорт содержит:

- общие данные: предприятие, объект, даты формирования и сварки, руководители работ, технический надзор;

- сведения о материалах (основной металл, электроды, проволока с номерами партий);

- для каждого слоя (прохода) сварки: исполнитель (сварщик), клеймо, оборудование, время начала и окончания, графики тока, напряжения (с указанием границ допусков), максимальные, минимальные и средние значения;

- результаты неразрушающего контроля и заключение о годности;

- комплексную оценку работы сварщика и оборудования по 10-балльной шкале.

Комплексная оценка формируется на основе динамического анализа данных о сварочном токе и напряжении на дуге с использованием разработанной информационно-аналитической модели. Комплексная оценка складывается из трех составляющих: оценки отклонения сварочного тока от рекомендованных технологической инструкцией значе-

ний, оценки отклонения напряжения на дуге от рекомендованных технологической инструкцией значений и оценки стабильности процесса по коэффициенту вариации энергии дуги, затрачиваемой на формирование каждой капли расплавленного металла. Комплексная оценка выставляется автоматически после каждой сессии сварки и фигурирует в паспорте сварного соединения, а также используется для формирования отчетов о работе сварщиков и оборудования [12].

Автоматизированная система на основе регистрируемых данных о параметрах сварочного процесса формирует отчеты. Отчет о работе сварщика содержит ФИО, продолжительность смен, время сварки, производительность, среднюю оценку, графики загрузки и средней оценки. Отчет о работе сварочного оборудования содержит инвентарный номер, период, продолжительность смен, время сварки, производительность, графики загрузки, среднюю оценку.

Основные преимущества разработанной автоматизированной системы дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора по сравнению с аналогами:

- простота конструкции, мобильность;
- работа с любым сварочным оборудованием, включая импульсные источники питания;
- идентификация сварщика и оборудования по RFID-удостоверению (метке) или по логину/паролю, QR-коду;
- оперативный дистанционный контроль сварочного тока, напряжения на дуге, температуры околошовной зоны;
- работа в автоматическом режиме по выбранному заданию на сварку с набором требуемых технологической инструкцией параметров режима сварки или в ручном (без задания) с передачей данных на сервер;
- сохранение данных на USB-флеш в случае отсутствия связи с

мобильным устройством и сохранение данных в памяти мобильного устройства в случае отсутствия связи с сервером;

- формирование паспорта сварного соединения – документа, подтверждающего качество сварки;
- динамический анализ данных на частоте 10 кГц с формированием комплексной оценки работы сварщика и сварочного оборудования;
- формирование отчетов о работе сварщиков и сварочного оборудования;
- гибкая адаптация программного обеспечения под потребности организации.

Автоматизированная система прошла успешные испытания на объектах ОАО «МАПИД» (г. Минск), нефтегазовой компании «Несвижское управление магистральных газопроводов», ООО «ТП Инжиниринг» (Московская обл., г. Истра), ООО «Башнефть-Строй» (Уфимский р-н), ООО «СМК «Дельта» (Пермский р-н), АО «Ленгазспецстрой» (г. Санкт-Петербург).

Стоимость внедрения одного комплекта (на один сварочный пост) составляет ориентировочно 40...60 тыс. р., срок окупаемости – до 1 года. Экономический эффект достигается за счет снижения брака на 40 %...70 % путем оперативного оповещения о нарушениях параметров режима сварки, своевременной блокировки работы сварочного аппарата, сокращения затрат на неразрушающий контроль и формирования паспорта сварного соединения, который может служить документальным подтверждением качества сварки.

Область применения разработки: предприятия, выполняющие сварку ответственных конструкций; центры подготовки и аттестации сварщиков, сварочного оборудования и технологических процессов.

Дальнейшие работы направлены на интеграцию с системами искусственного интеллекта для прогнозирования образования дефектов сварных швов по результатам регистрации параметров сварочных процессов [13].

Заключение

Разработанная автоматизированная система дистанционного контроля сварочных процессов на основе мобильного регистратора МРСП-БРУ-03 решает актуальную задачу повышения качества сварных соединений путем дистанционного непрерывного мониторинга ключевых параметров дуговой сварки, оперативного оповещения об их нарушениях и блокировки работы сварочного аппарата.

Использование компенсационных датчиков тока и напряжения на эффекте Холла обеспечивает гальваническую развязку и приведенную погрешность не более $\pm 1,5\%$. Частота оцифровки 10...20 кГц позволяет достоверно регистрировать процесс переноса капель электродного металла, а усреднение данных с частотой 10 Гц – получать объективную картину формирования сварочной ванны. Перенос функций выбора заданий на сварку, отображения регистрируемых данных с регистратора на мобильное устройство значительно повышает надежность регистратора, устойчивость к низким температурам, влажности и механическим воздействиям.

Мобильное приложение и Web-приложение реализуют полный цикл управления качеством сварки:

идентификация персонала и оборудования, выбор технологической инструкции, автоматический контроль допусков, блокировка сварочного аппарата при нарушениях, формирование паспорта сварного соединения и отчетов о работе сварщиков/оборудования. Обмен данными с использованием USB-накопителей и буферизация данных на мобильном устройстве гарантируют сохранность информации при временном отсутствии связи с сервером. Разработанная информационно-аналитическая модель позволяет оценивать не только отклонения тока и напряжения от заданных в технологической инструкции, но и стабильность процесса сварки через коэффициент вариации энергии дуги на каплю. 10-балльная шкала дает возможность объективно сравнивать работу разных сварщиков и оборудования.

Таким образом, предложенная автоматизированная система может быть рекомендована для внедрения на предприятиях машиностроения, в нефтегазовой отрасли и отрасли атомной энергетики, а также в центрах подготовки и аттестации сварщиков. Экономический эффект от внедрения достигается за счет снижения брака на 40 %...70 %, сокращения затрат на неразрушающий контроль и автоматизации формирования документации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Болотов, С. В.** Автоматизированная система контроля качества дуговой сварки / С. В. Болотов, К. В. Захарченков, В. П. Куликов // Вестник Белорусско-Российского университета. – 2023. – № 3 (80). – С. 144–152.
2. **Болотов, С. В.** Регистратор параметров сварочных процессов РСП-БРУ-01 / С. В. Болотов // Современные проблемы машиностроения : сб. тр. XVI Междунар. науч.-техн. конф. – Томск : Томский политехн. ун-т, 2021. – С. 197–198.
3. Цифровизация сварочного производства промышленного предприятия / С. В. Болотов, К. В. Захарченков, Н. А. Толпыго [и др.] // Инжиниринг предприятий и управление знаниями (ИП&УЗ-2023) : сб. тр. XXVI Рос. науч. конф., Москва, 29–30 нояб. 2023 г. – М. : РЭУ им. Г. В. Плеханова, 2023. – С. 47–51.
4. **Болотов, С. В.** Автоматизация процесса сбора данных о параметрах режима дуговой сварки с помощью мобильного регистратора / С. В. Болотов, Н. А. Толпыго // ИТ. Наука. Креатив : материалы I Междунар. форума : в 5 т. – М., 2024. – Т. 3. – С. 82–87.
5. **Болотов, С. В.** Разработка основного блока мобильного регистратора сварочных процессов / С. В. Болотов, Н. А. Толпыго, А. В. Кушнер // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Бел.-Рос. ун-т, 2024. – С. 329–330.

6. Патент BY 13502, МПК B23K 9/10. Мобильный регистратор сварочных процессов : № и 20230263 : заявлено 18.12.2023 : опубл. 03.06.2024 / Болотов С. В., Толпыго Н. А., Захарченков К. В.

7. **Болотов, С. В.** Цифровизация сварочных процессов на промышленном предприятии / С. В. Болотов, Н. А. Толпыго, П. А. Прудников // Промышленная политика, энергетика и цифровизация: теория и практика трансформации : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. – Волжский, 2026. – С. 42–51.

8. **Болотов, С. В.** Контроль тока и напряжения при сварке / С. В. Болотов, Н. А. Толпыго // Современные методы и приборы контроля качества и диагностики состояния объектов : сб. ст. 9 Междунар. науч.-техн. конф. – Могилев, 2024. – С. 51–55.

9. **Bolotov, S. V.** Investigation of the Criteria for Evaluating Electrode Metal Transfer in Short Circuit Gas-Shielded Arc Welding / S. V. Bolotov // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering: IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng., 2021. – № 1118. – P. 0120003. – URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1118/1/012003/pdf> (date of access: 08.06.2026).

10. Свидетельство о регистрации компьютерной программы BY № 1648-КП. Мобильное приложение управления сварочными процессами : заявлено 29.11.2023 : опубл. 04.12.2023 / Болотов С. В., Захарченков К. В., Войтов В. В., Ерохова Д. И., Сиваков Л. Ю. ; заявитель и правообладатель Бел.-Рос. ун-т. – 1 с.

11. Свидетельство о регистрации компьютерной программы BY № 1475. Автоматизированная система регистрации сварочных процессов : заявлено 13.12.2021 : опубл. 24.01.2022 / Болотов С. В., Захарченков К. В., Фурманов В. А., Макаров Е. В. ; заявитель и правообладатель Бел.-Рос. ун-т. – 1 с.

12. Intelligent welding control system / S. V. Bolotov, K. V. Zakharchenkov, E. Makarov, V. Furmanov // CEUR Workshop Proceedings. – 2021, Vol. 2965. – P. 260–267.

13. **Bolotov, S. V.** Intelligent Hardware and Software Support and Increasing the Efficiency of Welding Processes / S. V. Bolotov, K. V. Zakharchenkov, S. K. Krutolevich // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2024. – Vol. 34 (3). – P. 686–691.

Статья сдана в редакцию 10 июня 2026 года

Контакты:

s.v.bolotov@mail.ru (Болотов Сергей Владимирович);

zakharchenkovkv@mail.ru (Захарченков Константин Васильевич);

sector576@mail.ru (Толпыго Никита Андреевич);

ep_nikitenko@mail.ru (Никитенко Егор Петрович).

S. V. BOLOTOV, K. V. ZAKHARCHENKOV, N. A. TOLPYGO, E. P. NIKITENKO

AUTOMATED REMOTE-CONTROL SYSTEM FOR WELDING PROCESSES BASED ON A MOBILE RECORDER

Abstract

The paper presents an automated system for remote monitoring of welding processes, developed at the Belarusian-Russian University based on the MRSP-BRU-03 mobile recorder. The system measures welding current (0 to 500 A) and arc voltage (0 to 100 V) with an error of no more than 1,5 %, and the heat-affected zone temperature (from –20 °C to 800 °C) with a maximum error of 5 °C. By identifying welders and equipment through RFID, NFC, or QR codes, the system transmits logged data via Wi-Fi to a connected tablet and server and generates an electronic weld joint passport with a comprehensive 10-point quality assessment. The structure of the automated system and recorder, as well as the functions of the «WeldingManagementSystem» mobile application and the «WeldingControl» web application are described. The system has been successfully tested at a number of industrial facilities and can be implemented at enterprises performing welding of critical structures, as well as in centers for personnel training and certification of welders, welding equipment, and welding processes.

Keywords:

welding processes, mobile recorder, remote monitoring, welding quality, web application, weld joint passport.

For citation:

Automated remote-control system for welding processes based on a mobile recorder / S. V. Bolotov, K. V. Zakharchenkov, N. A. Tolpygo, E. P. Nikitenko // Belarusian-Russian University Bulletin. – 2026. – № 3 (92). – P. 121–130.